

# TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED

---

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ  
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS

---

723

СПОРТИВНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Труды по физической культуре



TARTU 1985

---

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED  
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ  
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS  
ALUSTATUD 1893.a. VIHİK 723 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ В 1893.g.

## СПОРТИВНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Труды по физической культуре

ТАРТУ 1985

## Р е д к о л л е г и я

С.Оя (председатель), А.Вайн, Я.Локко, А.Пискуе,  
Я.Пярнат (отв. ред.).

Ученые записки Тартуского государственного университета.  
Выпуск 723.  
СПОРТИВНАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ.  
Труды по физической культуре.  
На русском и эстонском языках.  
Резюме на английском, немецком и русском языках.  
Тартуский государственный университет.  
ЗССР, 202400, г. Тарту, ул. Эликооли, 18.  
Ответственный редактор Я. Пярнат.  
Корректоры И. Пауска, Л. Яго, А. Алл, Х. Кюнка.  
Подписано к печати 14.XI.1985.  
МБ 11332.  
формат 68x90/16.  
бумага писчая.  
Машинопись. Ротапринт.  
Учетно-издательских листов 8,14. Печатных листов 8,75.  
тираж 250.  
Заказ № 1105.  
Цена 1 руб. 20 коп.  
Типография ТТУ, ЗССР, 202400, г. Тарту, ул. Пялсона, 14

6 - 9

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ БЕГА У БЕГУНОВ В ВОЗРАСТЕ 16-18 ЛЕТ

Я.П. Пярнат, А.А. Нурмекиви  
Кафедра физиологии спорта,  
кафедра легкой атлетики

Спортивные результаты при беге на средние и длинные дистанции в большой мере зависят от уровня аэробной и анаэробной работоспособности. В связи с этим для эффективного управления тренировочным процессом у бегунов целесообразно исследовать соответствующие показатели как в лабораторных, так и в естественных условиях спортивной деятельности, а также выявить сущность взаимосвязей между различными параметрами физической и спортивной работоспособности. Следует отметить, что при изучении характера взаимосвязей между показателями работоспособности у взрослых бегунов на средние и длинные дистанции проведено довольно много исследований /1, 3, 5, 7/, в то же время юные бегуны изучены явно недостаточно /2/. В данной статье представляются основные показатели физической работоспособности и анализируется характер взаимосвязей между результатами бега и данными спирометрических исследований.

### Методика

Показатели аэробной и анаэробной работоспособности при спирометрических исследованиях были определены у группы юношей-бегунов ( $n = 23$ ) (16-18 лет) на средние и длинные дистанции в начале подготовительного периода тренировок. У юных спортсменов измеряли жизненную емкость легких (ЖЕЛ), определяли пневмотахометрические показатели (ПТМ) и силу мышц кистей (Дин.). Для оценки аэробных и анаэробных способностей бегунов применяли ступенчато повышающиеся до отказа нагрузки на велоэргометре. При этом мощность первой нагрузки составляла 150 Вт, а через каждые две минуты мощность работы повышалась по 50 Вт до максимума, работа заканчивалась одно-

минутным спуртом педалирования в максимальном темпе при тормозном сопротивлении второй велоэргометрической нагрузки.

Для определения показателей газообмена ( $\dot{V}_{O_2}$ ,  $\dot{V}_{CO_2}$ ) и вентиляции легких применяли спирометр типа Тиссо, процентное содержание  $O_2$  и  $CO_2$  в выдыхаемом воздухе измеряли газоанализатором типа КМ 0202. Частота сердечных сокращений при работе регистрировалась электрокардиографом. Для характеристики аэробной работоспособности определяли максимальное потребление  $O_2$  (МПК), при оценке анаэробных способностей измеряли максимальную алактатную мощность мышц (МММ) /6/ и величину мощности одномоментного заключительного спурта при ступенчато повышающихся нагрузках на велоэргометре. В условиях соревнований определялось лучшее время при беге на 30, 400 и 800 м.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Данные физиологических, антропометрических исследований и результаты бега приведены в таблице I. Следует, что у юных

Таблица I

Показатели физической работоспособности, результаты бега, параметры внешнего дыхания и антропометрические данные у юношей-бегунов ( $\bar{x}$ ,  $\sigma$ ,  $n$ )

Показатели	$\bar{x}$	$\sigma$	$n$
I	2	3	4
Возраст (лет)	17,4	1,4	0,3
Вес (кг)	65,5	8,5	1,8
Длина тела (см)	180,0	7,4	1,6
ЖЕЛ (л)	4,965	0,768	0,160
ПТМ <sub>вдох</sub> (л/с)	6,6	1,0	0,2
ПТМ <sub>выдох</sub> (л/с)	5,8	0,8	0,2
Дин. (правая кисть)	45,7	9,5	2,0
Дин. (левая кисть)	41,4	9,3	1,9
МПК (л/мин)	3,836	0,556	0,116
МПК (мл/кг·мин <sup>-1</sup> )	58,8	6,8	1,4
$\Delta O_2\%$ при спурте (%)	3,6	0,7	0,1
МВЛ (л/мин)	110,9	23,8	5,0
МЧСС (уд/мин)	198,7	8,1	1,7
МНП (мл/уд·мин <sup>-1</sup> )	19,4	2,8	0,6

Продолжение табл. I

I	2	3	4
МММ (м/с)	1,66	0,13	0,03
Мощность I-мин. спурта (Вт)	375,0	34,2	7,1
Время 30 м (с)	3,45	0,19	0,04
Время 400 м (с)	51,9	2,0	0,6
Время 800 м (с)	122,4	6,7	1,5

бегунов средние данные максимального потребления кислорода и максимальной вертикальной скорости при тесте R. Margaria *et al.* (1966) отстают от соответствующих показателей исследований у взрослых бегунов /3/. По сравнению с нетренированными юношами средние данные максимальной вентиляции легких у бегунов являются почти одинаковыми, при этом у спортсменов наиболее высокие данные МПК зависят от более высокого процента использования  $O_2$  у них. Это говорит об экономизации и улучшении деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной системы при физических нагрузках в связи со спортивной тренировкой у юных бегунов.

С помощью корреляционного анализа выяснилось, что у юношей-бегунов величина МПК взаимосвязана с данными ЖЕЛ ( $r = 0,44$ ), пневмотахметрией при выдохе ( $r = 0,48$ ), мощностью одноминутного спурта на велоэргометре ( $r = 0,69$ ) и временем бега на 800 м (рис. 1). Из этого следует, что максимальная аэробная мощность у юных бегунов начинает иметь значение с дистанции 800 м, а при более коротких дистанциях (30 м, 400 м) наиболее важным является развитие анаэробных способностей организма. При этом в достижении высоких результатов в беге на 800 м у юных бегунов определенную роль играют также величина ЖЕЛ ( $r = -0,62$ ) и пневмотахметрические данные ( $r = -0,62$  и  $r = -0,49$ ).

Величина мощности одноминутного спурта у юных бегунов взаимосвязана с результатами бега на 400 ( $r = -0,44$ ) и на 800 м ( $r = -0,58$ ). Этот показатель взаимосвязан и с некоторыми антропометрическими данными, показателями дыхательной системы и величиной алактатной мощности при тесте R. Margaria *et al.* /6/. (рис. 2). Относительно информативным показателем анаэробной работоспособности у юных бегунов является вертикальная скорость (м/с), определенная с помощью данного

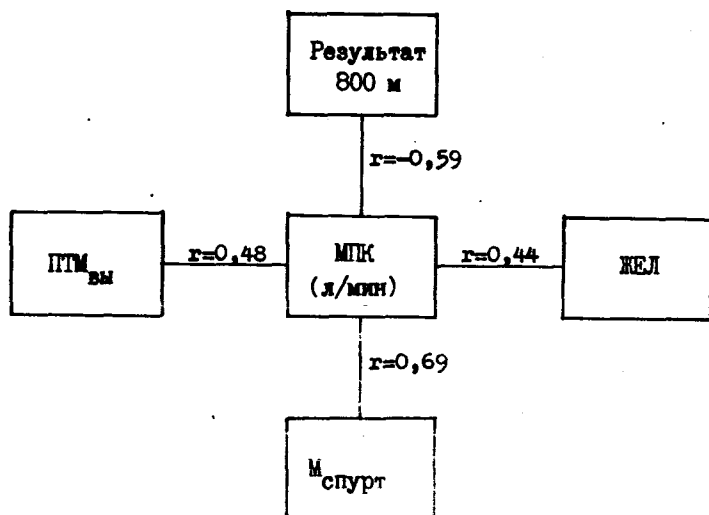


Рис. 1. Взаимосвязи между величиной МПК(л/мин) и другими показателями у бегунов.

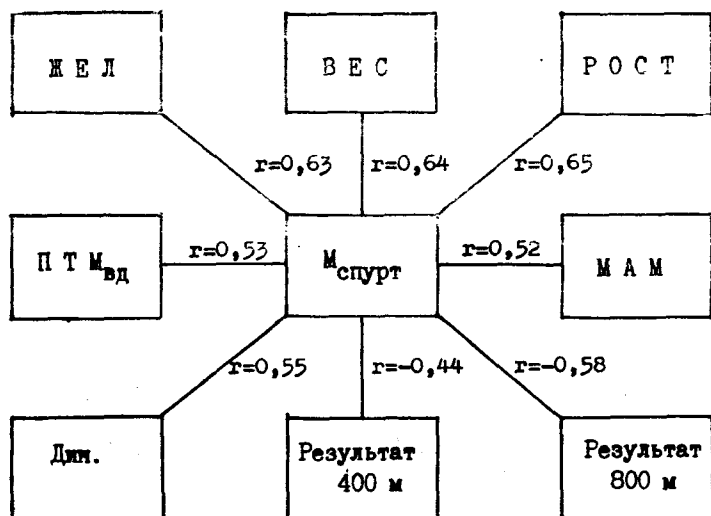


Рис. 2. Взаимосвязи между величиной одноминутного спурта (Вт) на велоэргометре и другими показателями у бегунов.

теста. Так выяснилось, что величина вертикальной скорости у обследуемых коррелирует с результатами бега на 30 м ( $r = -0,63$ ), на 400 м ( $r = -0,48$ ) и на 800 м ( $r = -0,63$ ), этим подчеркивается большое значение максимальной алактатной мощности у юных бегунов дляказания хороших результатов на дистанциях от 30 до 800 м.

### Выводы

1. У юных бегунов (16-18 лет) на средние и длинные дистанции результаты бега на 800 м зависят от анаэробной и аэробной работоспособности, при этом при более коротких дистанциях наиболее важным является уровень анаэробной работоспособности.

2. По сравнению с нетренированными юношами у спортсменов-бегунов наиболее высокие данные максимального потребления  $O_2$  зависят в основном от высокого процента использования  $O_2$  у них, при этом данные вентиляции легких при максимальных нагрузках являются сходными.

3. Показатели мощности одноминутного спурта на велоэргометре и максимальной алактатной мощности у юных бегунов представляют собой информативные параметры анаэробной и спортивной работоспособности.

### Л и т е р а т у р а

1. Волков Н.И. Энергетический обмен и работоспособность человека в условиях напряженной мышечной деятельности: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1969.
2. Волков Н.И., Хволец В.Г., Новикова Д.А., Мотылянская Р.Е., Стогова Л.М., Калугина Г.Е., Гориневская В.С. Внешнее дыхание, газообмен и выносливость. - В кн.: Выносливость у юных спортсменов. М., 1969, с. 21-67.
3. Пярнат Я.П. Деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем и сдвиги кислотно-щелочного баланса в условиях возрастающих нагрузок: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Тарту, 1970.-26 с.
4. Пярнат Я.П., Виру А.А., Матсин Т.А., Юримяэ Т.А., Сэппет Э.К. Возрастная динамика внешнего дыхания и максимального потребления  $O_2$  у обследуемых здоровых лиц в ЭССР. - Ньюкоуде Ээсти Тервисхойд, 1983, № 4, с.252-256 (на эст. яз.).



5. Agnevik G., Karlsson J. Energy demands during running. - Vorts. auf. 2. Internat. Seminar f. Ergometrie vom 4.-6.Sept. in W.-Berlin Kongressband, 1967, p.281-284.
6. Margaria R., Aghemo P., Rovelli E. Measurement of muscular power (anaerobic) in man. - J.Appl. Physiol., 1966, vol. 21, N 5, p. 1662-1664.
7. Szögy A., Cherevetiu G., Buiac D., Muresan J. Relationen zwischen einigen Spiroergometrischen Grössen und den Lauf-Ergebnissen über 800 und 5000 m. - Med.u. Sport, 1971, N 11, S. 336-338.

CHARACTER OF INTERRELATIONSHIPS BETWEEN INDICES OF PHYSICAL  
WORK CAPACITY AND RESULTS OF DISTANCES FOR 16-18 YR. OLD  
RUNNERS

J. Pärnat, A. Nurmekivi

S u m m a r y

A group of young runners ( $n=23$ ) was studied under spiroergometrical method for determining several indices of aerobic and anaerobic work capacity. There were determined maximal oxygen uptake, maximal work power during 1-min. spurt at the end of increasing loads on bicycle ergometer and determined maximum alactic muscular power with test R. Margaria et al. (1966). It followed that the higher maximal oxygen uptake of runners is connected with the greater extraction of  $O_2$  from the expired air as compared with data of untrained boys. The correlational analysis demonstrated that the results in 800 m run of young athletes are connected with indices of aerobic and anaerobic work capacity. For determining anaerobic work capacity of young runners relatively informative indices are maximal alactic muscular power and maximal work power during 1-min. pedalling with maximal rate on bicycle ergometer.

## ОЦЕНОЧНАЯ ШКАЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ АЭРОБНОЙ СПОСОБНОСТИ У ЮНЫХ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ (16-18 ЛЕТ)

Я.П. Пярнат, Т.А. Матсин, М.Л. Алев  
Кафедра физиологии спорта,  
кафедра лыжного спорта

Общеизвестно, что при лыжных гонках спортивная работоспособность тесно связана с общей выносливостью, а уровень последней в большой мере зависит от величины максимального потребления  $O_2$  (МПК). Для оценки уровня аэробной способности нетренированных лиц в нескольких исследованиях представлены возрастно-половые стандарты МПК /3, 4/, при этом оценочные таблицы аэробной способности для юных спортсменов до сих пор не разработаны. В данной работе представлены стандартные величины МПК для юных лыжников-гонщиков в переходном периоде тренировок.

### Методика

Для разработки оценочной шкалы максимального потребления  $O_2$  у юных лыжников-гонщиков (16-18 лет) были проведены спироэргометрические исследования в октябре-ноябре месяце. У спортсменов первого и второго спортивного разрядов ( $n = 51$ ) измеряли жизненную емкость легких (ЖЕЛ), пневмотахометрические показатели ( $\dot{V}T_{\text{вд.}}$ ,  $\dot{V}T_{\text{выд.}}$ ) и определяли объем сердца. Максимальное потребление кислорода было определено с помощью ступенчато повышающихся до предела нагрузок на велоэргометре при темпе педалирования 70 об/мин. При этом первой нагрузкой выбиралось 150 Вт, мощность работы повышалась через каждые две минуты по 50 Вт до максимума, в конце работы был применен заключительный одномоментный спурт педалирования при тор-мозном сопротивлении велоэргометра второй нагрузки.

Для определения потребления  $O_2$  обследуемых вентиляция легких измерялась с помощью спирометра Тиссо, а процентное содержание  $O_2$  и  $CO_2$  в выдыхаемом воздухе определяли газоанализатором типа КМО 202. Показатели газообмена приведены к условиям STPD, а величина вентиляции легких - к условиям BTPs.

## Результаты исследования и их обсуждение

Средние величины показателей ЖЕЛ, ПТМ, объема сердца и некоторых антропометрических параметров у юных лыжников-гонщиков приведены в таблице I. Следует, что у юных спортсменов средние величины жизненной емкости легких, пневмотахометрических данных и аэробной мощности согласуются с нашими предыдущими исследованиями /2/, при этом у юношей определенная величина объема сердца отстает от соответствующих данных взрослых лыжников-гонщиков /1/.

Таблица I

Средние величины физиологических и антропометрических показателей исследуемых ( $\bar{x}$ ,  $\sigma$ ,  $n$ )

Показатели	$\bar{x}$	$\sigma$	$n$
Возраст (лет)	17,2	0,7	0,1
Вес (кг)	69,1	6,3	0,9
ПТМ <sub>вдох</sub> (л/с)	6,2	1,4	0,2
ПТМ <sub>выдох</sub> (л/с)	5,6	0,9	1,3
ЖЕЛ (л)	5,070	0,603	0,105
АОС (мл)	937,4	85,8	15,4
ООС (мл/кг)	13,4	0,9	0,2
МПК (л/мин)	3,712	0,620	0,088
МПК (мл/мин·кг)	53,9	7,1	1,0

Для оценки аэробной способности у юных лыжников-гонщиков были разработаны стандарты МПК по пятибалльной шкале (таблица 2). При этом средними считаются данные МПК в пределах  $\bar{x} \pm 0,5\sigma$ , хорошими - величины МПК в пределах от  $\bar{x} + 0,5\sigma$  до  $\bar{x} + 1,5\sigma$ , низкими - величины МПК в пределах от  $\bar{x} - 0,5\sigma$  до  $\bar{x} - 1,5\sigma$ . Остальные данные аэробной способности оцениваются соответственно как отличные или низкие. Аналогичная шкала для оценки аэробной способности была применена при исследовании американских студентов /5/.

Следует, что в переходном периоде тренировок у 16-18-летних лыжников-гонщиков аэробную способность можно считать средней, если величина МПК находится в пределах от 3,4 до 4,0 л/мин и от 50 до 58 мл/мин·кг. Уровень аэробной способ-

Таблица 2

Оценочная шкала МПК для оценки аэробной способности у юных лыжников-гонщиков и у нетренированных юношей в возрасте 16-18 лет /3/

О ц е н к а	Лыжники-гонщики (n = 51)		Нетренированные юноши (n = 143)	
	л/мин	мл/мин кг	л/мин	мл/мин кг
Низкая	< 2,8	< 43	< 2,1	< 34
Ниже среднего	2,8-3,3	43-49	2,1-2,6	34-41
Средняя	3,4-4,0	50-58	2,7-3,3	42-50
Хорошая	4,1-4,6	59-65	3,4-3,9	51-58
Отличная	> 4,6	> 65	> 3,9	> 58

ности у юных спортсменов является явно низким, если величина МПК у них ниже, чем 2,8 л/мин или ниже 43 мл/мин·кг, при этом на высокий уровень аэробной способности юных лыжников-гонщиков указывают данные МПК, выше 4,6 л/мин и от 65 мл/мин кг. Как надо было ожидать, у нетренированных юношей этого возраста показатели оценочной шкалы МПК существенно ниже (табл. 2).

#### Вывод

Для оценки уровня аэробной способности и общей выносливости лыжников-гонщиков в возрасте 16-18 лет в переходном периоде тренировок рекомендуется пользоваться разработанными нами оценочными таблицами МПК по пятибалльной шкале.

#### Л и т е р а т у р а

1. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гуднов И.А. Исследование физической работоспособности у спортсменов. - М.: ФиС. 1974. - 94 с.
2. Пярнат Я., Матсин Т., Тяль С. Значение показателей физической работоспособности в переходном периоде тренировок у юношей 12-18 лет, занимающихся лыжным спортом. - В кн.: Спорт учащейся молодежи. Мат. 17-ой конф. по физкультуре. Тарту, 1975, с. 11-13.

3. Пярнат Я., Виру А., Матсин Т., Дримяз Т., Сэппет Э. Возрастная динамика внешнего дыхания и максимального потребления  $O_2$  у обследуемых здоровых лиц в ЭССР. - *Ньюкогуде Ээсти Төрвисхойд*, 1983, № 4, с.252-256 (на эст. языке).
4. Astrand I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age.- *Acta Physiol. Scand.*, 1960, vol. 49, suppl. 169.
5. Fox E.L., Billings R.L., Bason R., Matthews D. Fitness standards for male college students. - *Int. Z. angew. Psysiol.* 1973, Bd. 31, S. 231-236.

# CLASSIFICATIONAL SCALE FOR EVALUATION A LEVEL OF AEROBIC POWER IN YOUNG CROSS-COUNTRY SKIERS (16-18 YR.)

J.Pärnat, T. Matsin, M. Alev

## S u m m a r y

For a group young cross-country skiers (16-18 yr) on the bicycle ergometer were determined the indices of aerobic work capacity. There was given a classificational table for evaluation the level of maximal aerobic power for the young sportsmen. It followed that the level of aerobic power of young cross-country skiers is very high if the maximal oxygen uptake is higher than 4,6 l/min or higher than  $65 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

## ВЛИЯНИЕ БЕГОВОЙ ТРЕНИРОВКИ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ У СТУДЕНТОК И СТУДЕНТОВ

Т.А. Юрмяз, А.А. Виру, Э.А. Виру,  
Я.И. Падасте, Т.О. Петерсон  
Кафедра физического воспитания и спорта,  
кафедра спортивной физиологии

Вопрос о влиянии физических упражнений на физическую работоспособность интересует специалистов физического воспитания и спорта уже давно. Установлено, что главнейшими лимитирующими факторами являются интенсивность, продолжительность и частота тренировок /2, 5, 12/.

Немаловажное значение имеют также начальный уровень физической работоспособности /9, 14/, возраст и здоровье /12/, содержание тренировки /11/. Установлено также, что беговая тренировка высокой интенсивности не повышает максимального потребления кислорода (МПК), а может даже снизить этот показатель /1, 13/. С другой стороны в литературе почти полностью отсутствуют данные о влиянии комбинированных тренировочных режимов на физическую работоспособность.

В задачу настоящего исследования входило: 1. Изучить влияние трех 8-недельных тренировочных программ на показатели внешнего дыхания и физической работоспособности у нетренированных студенток и студентов. 2. Установить в зависимости от пола особенности адаптации к одинаковому тренировочному режиму.

### Методика

В качестве исследуемых служили 77 нетренированных студенток и студентов (I-IV курсы) Тартуского государственного университета, занимающихся физическим воспитанием на подготовительном отделении.

Из исследуемых образовали 6 тренировочных групп (студентки + студенты). Использовались следующие режимы беговой тренировки: 1. Бесперывный бег на частоты сердечных сокра-

щений (ЧСС) 140-150 уд/мин<sup>-1</sup>. 2. Беспрерывный бег на ЧСС 165-175 уд/мин<sup>-1</sup> (для разминки бег на 1,5-2,0 км в медленном темпе). 3. Комбинированная тренировка, в которой 3 недели тренировались по схеме 1-й группы, далее 3 недели по схеме 2-ой группы и 2 недели интервальный бег 8-10 x 300 м в максимальном темпе (отдых между отрезками времени 5-7 мин, до восстановления ЧСС 120 уд/мин<sup>-1</sup>). Продолжительность тренировочного этапа во всех группах - 8 недель по 3 раза в неделю, с энергетической затратой одной тренировки приблизительно 400 ккал (1,7 МДж).

Лабораторные исследования проводились до и после тренировочного этапа. Из показателей внешнего дыхания определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ) с помощью барабанного газосчетчика типа ГСБ-400, максимальную вентиляцию легких (МВЛ, во время работы на велоэргометре) - с помощью большого спирометра Тиссо и показатели пневмотахометрии (ПТМ, пневмотахометр типа ПТ-2) при вдохе и выдохе. Силу кистей определяли с помощью ручного динамометра типа ДРП-90.

Исследуемые выполняли на велоэргометре работу с повышающейся через каждые 3 минуты мощностью до максимума с заключительным одномоментным спуртом педалирования. Темп педалирования равнялся 70 об/мин. В течение 30 сек в конце каждой нагрузки, а также во время финишного спурта собирали пробы выдыхаемого воздуха. Содержание  $O_2$  и  $CO_2$  в пробах выдыхаемого воздуха измерялось с помощью газоанализатора КМ 0202. Алактатную емкость организма определяли по оригинальному методу Fox /7/. Порог анаэробного обмена (ПАНО) определяли косвенно, используя графический метод /3/ (окончание линейности между увеличением нагрузки и легочной вентиляции).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследований представлены в таблицах 1-3. Установлено, что из показателей внешнего дыхания в течение беговой тренировки увеличивались существенно ( $p < 0,01$ ) только показатели ПТМ при выдохе во всех группах студенток и уменьшалось МВЛ у студентов в первой группе (ЧСС 140-150 уд. мин<sup>-1</sup>). Сдвиги в силе кисти оказались минимальными. Можно сделать вывод, что относительно кратковременная беговая тренировка мало изменяет показатели внешнего дыхания и силу кистей у нетренированных студенток и студентов.

Беговая тренировка на ЧСС 140-150 уд.мин<sup>-1</sup> не увеличи-

вае существенно МПК у исследуемых студенток и студентов (табл. 1). С другой стороны, у студенток такая тренировка существенно увеличивает ПАНО<sub>нагр</sub> (на 33,0%), после тренировочного периода у них также быстрее восстанавливается ЧСС после работы на велоэргометре. Существенно взаимосвязаны МПК и ПАНО<sub>нагр</sub> ( $r = 0.64$ ) только в группе студенток после эксперимента. В других работах найдены коэффициенты корреляции выше наших /16/. Можно сделать вывод, что определение ПАНО для характеристики физической работоспособности перспективно и согласно другим авторам /6, 10, 15/ может быть иногда даже чувствительнее, чем определение только МПК. Интересно отметить, что почти такая же тренировка в работе Burke /4/ увеличивала МПК у молодых мужчин на 17% и у женщин - на 24%. Отсюда следует, что одинаковая тренировка умеренной интенсивности увеличивает физическую работоспособность у женщин больше, чем у мужчин. По нашим данным, увеличение соответствовало 5,1% и 9,6%, но различие не было статистически существенным. Бег относительно низкой интенсивности оказался неэффективным с точки зрения увеличения алактатной емкости.

Беговая тренировка в более интенсивном темпе (ЧСС 165-175 уд/мин<sup>-1</sup>) в группе студентов увеличила МПК/кг<sup>-1</sup> на 12,6% ( $p < 0,05$ ), а алактатная емкость - на 12,7% ( $p < 0,1$ ). Интересным оказался факт, что физическая тренировка примерно на уровне ПАНО увеличивала больше МПК и алактатную емкость, чем ПАНО. У студенток увеличивался только ПАНО<sub>нагр</sub> на 25% ( $p < 0,001$ ). В работе Gibbons и др. /8/ также показано, что у студенток из 3 тренировочных режимов самой эффективной оказалась тренировка на уровне ПАНО. С другой стороны, у них в результате 8-недельной тренировки увеличивался и МПК.

В оздоровительной физической культуре почти не изучено влияние комбинированных тренировочных режимов на физическую работоспособность, несмотря на то, что в спортивной практике давно известно, что для получения тренировочного эффекта надо постепенно увеличивать интенсивность тренировки. В группе студентов (табл. 3) этот режим оказался самым эффективным. У них МПК/кг<sup>-1</sup> увеличивалось на 17,0% ( $p < 0,01$ ) и алактатная емкость - на 16,9% ( $p < 0,05$ ). В группе студенток в среднем физическая работоспособность не увеличивалась. С другой стороны, индивидуальный анализ показал, что из 10 три студентки очень плохо выдерживали интервальную тренировку, в результате чего у них уменьшался МПК, а у остальных МПК/кг увеличивался в среднем на 20,6%. Такой режим тренировки у сту-



Таблица I

Динамика исследуемых показателей в группах бега с ЧСС 140-150 уд/мин<sup>-1</sup> ( $\bar{x} \pm m$ )

Показатель	Студентки (n = 14)						Студенты (n = 16)						
	до		после		p		до		после		p		
	I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7
Возраст (лет)			19,4±0,2						20,3±0,8				
Рост (м)			1,67±0,02						1,77±0,02				
Вес (кг)			66,0±3,2		63,7±2,8		>0,05		72,6±3,0		72,0±3,0		>0,05
ЖЕЛ (мл)			3646±149		3732±175		>0,05		5308±231		5514±262		>0,05
Пневмотахометрия (л/сек)													
при выдохе			3,7±0,1		4,5±0,2		<0,01		5,5±0,2		5,7±0,2		>0,05
при вдохе			4,0±0,2		4,1±0,2		>0,05		5,9±0,2		6,3±0,2		>0,05
Динамометрия (кг)													
правая рука			23,4±1,2		22,1±1,4		>0,05		42,9±2,1		46,0±2,6		>0,05
левая рука			20,9±1,4		19,1±0,9		>0,05		39,4±1,4		39,8±1,9		>0,05
МВЛ (л/мин)			80,5±3,5		80,4±4,5		>0,05		135,3±7,4		111,5±4,6		<0,02
МПК (л/мин)			2,027±0,128		2,178±0,138		>0,05		3,255±0,122		3,339±0,118		>0,05
(мл/мин/кг)			31,1±1,7		34,1±1,4		>0,05		44,7±1,4		47,0±1,8		>0,05

Продолжение табл. I

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7
ЧСС при спурте (уд/мин)		201,3±1,9		196,3±1,9		> 0,05		202,3±1,8		198,3±1,3		> 0,05
O <sub>2</sub> -пульс (мл/уд)		10,0±0,7		11,1±0,7		> 0,05		16,0±0,7		16,8±0,7		> 0,05
Алактатн. емкость (кал/кг)		56,0±3,5		53,2±4,3		> 0,05		102,5±3,5		106,0±4,3		> 0,05
Пульс-сумма восст. (уд/3 мин)		483,4±9,0		445,0±10,0		< 0,02		491,3±6,7		450,1±22,1		> 0,05
ПАНО <sub>вент</sub> (л/мин)		36,7±1,6		36,7±2,7		> 0,05		55,1±2,0		50,3±1,5		> 0,05
ПАНО <sub>нагр</sub> (ватт)		112,0±8,8		149,0±15,0		< 0,05		208,7±6,3		216,7±8,3		> 0,05

Таблица 2

Динамика исследуемых показателей в группах бега с ЧСС 165-175 уд/мин<sup>-1</sup> ( $\bar{x} \pm m$ )

Показатель	Студентки (n = 14)				Студенты (n = 11)			
	до	после	p		до	после	p	
I	: 2	: 3	: 4	:	5	: 6	: 7	:
Возраст (лет)	18,9 $\pm$ 0,4				22,8 $\pm$ 0,8			
Рост (м)	1,69 $\pm$ 0,01				1,80 $\pm$ 0,01			
Вес (кг)	66,5 $\pm$ 1,7	65,5 $\pm$ 1,5	>0,05		69,8 $\pm$ 2,1	70,0 $\pm$ 1,7	>0,05	
ЖЕЛ (мл)	3567 $\pm$ 136	3842 $\pm$ 155	>0,05		5440 $\pm$ 179	5520 $\pm$ 190	>0,05	
Пневмотахометрия (л/сек)								
при выдохе	3,7 $\pm$ 0,2	4,6 $\pm$ 0,2	<0,01		5,6 $\pm$ 0,2	5,5 $\pm$ 0,2	>0,05	
при вдохе	4,0 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,1	>0,05		6,2 $\pm$ 0,3	6,4 $\pm$ 0,2	>0,05	
Динамометрия (кг)								
правая рука	25,5 $\pm$ 1,5	27,1 $\pm$ 1,3	>0,05		46,5 $\pm$ 2,2	47,0 $\pm$ 1,9	>0,05	
левая рука	25,2 $\pm$ 1,5	22,5 $\pm$ 1,1	>0,05		42,2 $\pm$ 1,9	41,9 $\pm$ 2,0	>0,05	
МВЛ (л/мин)	80,3 $\pm$ 3,1	85,3 $\pm$ 4,4	>0,05		111,3 $\pm$ 5,0	102,4 $\pm$ 4,1	>0,05	
МПК (л/мин)	2,197 $\pm$ 0,081	2,346 $\pm$ 0,129	>0,05		2,914 $\pm$ 0,123	3,309 $\pm$ 0,115	<0,05	
(мл/мин/кг)	33,1 $\pm$ 0,9	35,6 $\pm$ 1,3	>0,05		42,0 $\pm$ 1,9	47,3 $\pm$ 1,5	<0,05	

Продолжение табл. 2

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7
ЧСС при спурте (уд./мин)		201,3±1,2		199,5±1,2		>0,05		204,7±2,2		194,7±1,6		<0,01
O <sub>2</sub> -пульс (мл/уд)		10,9±0,4		12,0±0,6		>0,05		14,3±0,7		17,0±0,7		<0,02
Алактатная емкость (кал/кг)		59,7±3,1		64,9±4,6		>0,05		87,6±4,5		98,8±3,7		>0,05
Пульс-сумма восстан. (уд/3 мин)		498,8±10,5		475,1±12,5		0,05		473,5±5,7		461,1±7,4		>0,05
ПАНО <sub>вент</sub> (л/мин)		35,9±1,6		40,0±1,8		>0,05		45,0±2,4		50,6±1,6		>0,05
ПАНО <sub>нагр</sub> (ватт)		154,5±6,4		193,1±6,7		<0,001		210,6±9,3		227,1±9,4		>0,05

Таблица 3

Динамика исследуемых показателей в группах комбинированной тренировки ( $\bar{x} \pm m$ )

Показатель	Студентки ( n = 10)				Студенты ( n = 12)					
	до		после		p	до		после		p
	1	2	3	4	5	6	7			
Возраст (лет)		19,2±0,4				20,7±0,9				
Рост (м)		1,66±0,01				1,77±0,02				
Вес (кг)		70,4±3,6	69,0±3,2	>0,05		70,2±1,7	70,1±1,5	>0,05		
ЖЕЛ (мл)		3949±188	4015±179	>0,05		5353±142	5428±129	>0,05		
Пневмотахометрия (л/сек)										
при выдохе		4,0±0,1	4,7±0,1	<0,01		5,7±0,2	6,0±0,2	>0,05		
при вдохе		4,0±0,1	4,2±0,1	>0,05		6,1±0,3	6,6±0,3	>0,05		
Динамометрия (кг)										
правая рука		26,5±0,9	25,1±1,4	>0,05		49,3±2,1	48,8±1,8	>0,05		
левая рука		24,6±1,5	22,8±1,2	>0,05		45,7±1,5	45,5±1,7	>0,05		
МВЛ (л/мин)		89,0±4,1	93,0±4,4	>0,05		134,0±8,2	116,1±3,7	>0,05		
МПК (л/мин)		2,204±0,170	2,32±0,116	>0,05		3,063±0,095	3,590±0,132	<0,01		
(мл/мин/кг)		31,3±1,7	33,8±1,0	>0,05		43,9±1,5	51,4±1,6	<0,01		

Продолжение табл. 3

1	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7
ЧСС при спурте (уд/мин)		197,0±1,3		196,5±2,1		>0,05		205,1±1,6		196,5±2,1		<0,02
O <sub>2</sub> -пульс (мл/уд)		11,2±0,8		11,6±0,8		>0,05		15,0±0,4		18,3±0,9		<0,01
Лактатная емкость (кал/кг)		62,7±4,1		59,3±4,8		>0,05		99,1±4,7		115,8±5,5		<0,05
Пульс-сумма восста- новления (уд/3 мин)		475,9±7,3		461,0±12,6		>0,05		482,6±10,0		466,7±11,5		>0,05
ПАНО <sub>бент</sub> (л/мин)		47,8±4,0		42,6±3,1		>0,05		54,7±3,5		54,9±1,7		>0,05
ПАНО <sub>нагр</sub> (ватт)		164,4±13,2		191,0±13,9		>0,05		210,2±7,3		209,4±6,4		>0,05

**денток** требует дальнейшего исследования.

### Выводы

1. Для увеличения физической работоспособности у студентов самой эффективной оказалась комбинированная тренировка, а у студенток - продолжительный бег в относительно медленном темпе (ЧСС 140-150 уд·мин<sup>-1</sup>).
2. Энерготраты во время тренировки на увеличение физической работоспособности не имеют первостепенного значения, более важными являются интенсивность и продолжительность тренировок.
3. Используемые тренировочные программы почти не изменяют показателей внешнего дыхания и силу кистей у нетренированных студенток и студентов.
4. Студентки адаптируются к беговым нагрузкам медленнее студентов.

### Л и т е р а т у р а

1. Нурмекиви А.А. О применении продолжительного бега и бега в году в тренировке бегунов на средние и длинные дистанции в подготовительном периоде: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. Тарту, 1974.
2. American College of Sports Medicine. Position statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in healthy adults. - Med. Sci. Sports, 1978, vol. 10, p. VII-X.
3. Bunc V., Heller J., Novak J., Šprynarova Š. Srovnání invazivního a neinvazivního stanovení anaerobního prahu. - Teor. praxe Telvych, 1983, vol. 31, N 3, 114-118.
4. Burke E.J. Physiological effects of similar training programs in males and females. - Res. Quart, 1977, vol. 48, N 3, p. 510.
5. Davies C.T.M., Knibbs A.V. The training stimulus. The effect of intensity, duration and frequency of effort on maximum aerobic power output. - Int.Z. Angew. Physiol., 1971, Bd. 29, N 4, S. 299-305.
6. Davies J.A., Frank M.M., Whipp B.J., Wassermann K. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middleaged men. - J.Appl. Physiol., 1979, vol. 46, p. 1039-1046.

7. Fox E.L. Measurement of maximal lactic (phosphagen) capacity in man. (Abstract) - Med. Sci. Sports, 1973, vol. 5, p. 66.
8. Gibbons E.S., Jessup G.T., Wells T.D., Werthmann P.A. Effects of various training intensity levels on anaerobic threshold and aerobic capacity in females. - J. Sports Med. Phys. Fit., 1983, vol. 23, N 3, p. 315-318.
9. Kearney J.T., Stull A.G., Ewing J.L., Strein J.W. Cardiorespiratory responses of sedentary college women as a function of training intensity. - J. Appl. Physiol., 1976, vol. 41, p. 822-825.
10. Kumagai S., Tanaka K., Matsura Y., Matsuzaka A., Hirakoba K., Asano K. Relationships of the anaerobic threshold with the 5 km, 10 km, and 10 mile races. - Eur. J. Appl. Physiol., 1982, vol. 49, p. 13-23.
11. Pollock M.L., Dimmick J., Miller H.S., Kendrick Z., Linnerud A.C. Effects of mode of training on cardiovascular function and body composition of middle-aged men. - Med. Sci. Sports, 1975, vol. 7, p. 139-145.
12. Pollock M.L., Foster C., Ward A. Recommended exercise prescription for developing cardiorespiratory fitness and weight control in healthy adults. - In: Kinanthropometry II / Ed. Ostyn M., Beunen G., Simons J. Baltimore: University Park Press, 1979, p. 169-208.
13. Rybaczky W., Wojeieszak I. The assesment of work capacity and endurance in runners on the basis of maximal oxygen uptake. - Wychowanie fizyczne i sport, 1970, suppl. 4, p. 71-80.
14. Shephard R.J. Intensity, duration and frequency of exercise as determinants of the response to a training regime. - Int. Z. Angew. Physiol., 1968, vol. 26, 272-278.
15. Thorland W., Sady S., Refsell M. Anaerobic threshold and maximal oxygen consumption rates as predictors of cross country running performance. - Med. Sci. Sports, 1980, vol. 12, p. 87.
16. Withers R.T., Sherman W.M., Miller J.M., Costill D.L. Specificity of the anaerobic threshold in endurance trained cyclists and runners. - Eur. J. Appl. Physiol., 1981, vol. 47, N 1, p. 93-104.



INFLUENCE OF RUNNING TRAINING WITH DIFFERENT  
INTENSITIES ON THE PHYSICAL WORKING CAPACITY IN  
UNTRAINED MALE AND FEMALE STUDENTS

T.Jürimäe, A.Viru, E.Viru, J.Pedaste, T.Peterson

S u m m a r y

In the present paper the influence of three different 8 wk 3 times per week with caloric cost of one training session approximately 400 kkal) running programs on the physical working capacity in untrained male and female University students are discussed.

Running training in moderate intensity (heart rate 140-150 beats·min<sup>-1</sup>) significantly increased the anaerobic threshold (from 112,0 ± 8,8 to 149,0 ± 15,0 w, p < 0,05) in female students. Endurance running in high intensity (heart rate 165-175 beats·min<sup>-1</sup>) significantly increased the anaerobic threshold (from 154,5 ± 6,4 to 193,1 ± 6,7 w, p < 0,001) in females and  $\dot{V}_{O_2}$  max/kg (from 42,0 ± 1,9 to 47,3 ± 1,5 ml·min<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>, p < 0,05) in males. Combined training regime increased significantly  $\dot{V}_{O_2}$  max/kg (from 43,9 ± 1,5 to 51,4 ± 1,6 ml·min<sup>-1</sup>·kg<sup>-1</sup>, p < 0,01) and alactic capacity (from 99,1 ± 4,7 to 115,8 ± 5,5 cal·kg<sup>-1</sup>, p < 0,05) only in males.

## ЭКСКРЕЦИЯ 3-МЕТИЛГИСТИДИНА ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Э.В. Варрик, А.А. Виру  
Лаборатория гормональной регуляции  
мышечной деятельности

Многочисленные данные показывают, что работа мышц сопровождается усилением катаболических процессов в них, выражающихся в накоплении как свободных аминокислот /6/, так и продуктов их дезаминирования /3, 4, 9, 12/ и в выходе из мышц аланина /13/. Одним из показателей катаболизма сократительных белков является экскреция 3-метилгистидина /8, 14/. Она также повышается при мышечной работе /1, 5, 7, 11/, что указывает на усиленную деградацию сократительных белков. Целью настоящего исследования является феноменологически характеризовать экскрецию 3-метилгистидина при различных формах мышечной деятельности у крыс, в том числе и у нетренированных и тренированных подопытных животных.

### Методика

Опыты проводились на крысах линии Вистар (вес тела от 180 до 250 г). Экспериментальные группы и физические нагрузки приведены в таблице I. В условиях покоя, а также после мышечной работы в специальных клетках собирали суточную мочу. Содержание 3-метилгистидина в ней определяли с помощью метода, состоящего из кислотного гидролиза, хроматографии на Дауэкс-50 и спектрофотометрического измерения оптической плотности изучаемого раствора /10/. Экскрецию 3-метилгистидина выражали в микромолях на 100 г веса тела животного.

Тренировка проводилась в течение 6 недель 5 раз в неделю в трех режимах (табл. 2). Группы I и II тренировались по режиму Б, группы III, У и VII - по режиму В, группы IV - по режиму А. Крыс содержали на пищевом рационе, состоящем из 12% белка, 28% углеводов и 9% жиров.

Таблица I

Экспериментальные группы и физические нагрузки

Группа животных		Физическая нагрузка
I - нетренированные*	6	Плавание 10 часов в воде 33°C
II - тренированные*	6	Повторный бег (30-40 сек со скоростью 65 м/мин) через 1,5 мин отдыха до отказа
III - тренированные*	4	Бег со скоростью 35 м/мин до отказа
IV - тренированные	6	Ежедневное повторение повторного бега (8 раз по 10 сек со скоростью 95 м/мин через 2 мин отдыха)
V - тренированные	4	Ежедневное повторение бега 60 мин со скоростью 35 м/мин
VI - нетренированные	6	Предварительно нетренированные животные плавали 6 часов
VII - тренированные	6	Для предварительного тренирования был использован ежедневный бег со скоростью 35 м/мин

\* Данные этих групп подопытных животных заранее частично опубликованы /1/.

Таблица 2

Режимы тренировки крыс

	Режим А		Режим Б		Режим В	
	в нача- ле	в кон- це	в нача- ле	в кон- це	в нача- ле	в кон- це
Скорость бега (м/мин)	65	95	45	65	35	35
Продолжительность бега	30 сек	10 сек	5 мин	2 мин	5 мин	60 мин
Число повторений	4	8	3	8	1	1
Интервал отдыха (мин)	2	2	2	1,5	-	-

## Результаты исследования

Опыт с тренированными крысами свидетельствовал о существенном увеличении экскреции 3-метилгистидина под влиянием большой физической нагрузки. В течение первых 24-х часов после плавания в течение 10 часов экскреция превышала исходный уровень около 4,5 раз. В течение следующих суток она снижалась, но оставалась более 2 раз выше исходного уровня (рис. 1). У предварительно тренированных крыс после повторения 30-40-секундного бега со скоростью 65 м/мин до отказа (в среднем 6-8 повторений) через интервалы отдыха в 1,5 мин экскреция метаболита оказалась высокой в течение трех суток после нагрузки. При этом экскреция в течение этих дней скорее увеличивалась, чем уменьшалась (рис. 2). После бега со скоростью 35 м/мин до отказа (продолжительностью 55-65 мин) высокий уровень по сравнению с предыдущим случаем сохранялся лишь в течение первых двух суток, затем снижался (рис. 2). В первом случае крысы пробегали в высоком темпе 200-230 м, а во втором случае в умеренном темпе 1925-2275 м. Таким образом, при предельных нагрузках мышечная работа скоростного характера обуславливает более значительное и более длительное усиление экскреции 3-метилгистидина, чем прохождение в медленном темпе 10 раз более длинной дистанции.

Ежедневное повторение нагрузки скоростного характера в процессе тренировки (группа IV, режим А) сопровождалось поддержанием высокого уровня экскреции 3-метилгистидина с некоторой тенденцией снижения ее к концу недели. На вторые и третьи сутки отдыха после 4-дневного повторения нагрузки экскреция метаболита снижалась до уровня, значительно ниже уровня нетренированных крыс в покое (рис. 3). Сопоставление двух разных режимов тренировки показало, что такое снижение экскреции 3-метилгистидина после бега со скоростью 35 м/мин более длительное (группа V, режим В), чем после бега со скоростью 95 м/мин (рис. 2). В первом случае и уровень экскреции в первый день отдыха был более высоким, чем во втором случае, указывая на возможную связь между интенсивностью продукции метаболита во время нагрузки и снижением ее после нагрузки.

Сопоставление изменений у тренированных и нетренированных крыс показало, что плавание в течение 6 часов обуславливало у предварительно тренированных крыс более интенсивную,

но менее длительную реакцию на повышение экскреции 3-метилгистидина, чем у нетренированных крыс (рис. 4).

### Обсуждение результатов

Полученные результаты позволили установить длительно сохраняющуюся после окончания мышечной работы повышенную экскрецию 3-метилгистидина. Это согласуется с литературными данными, по которым увеличение экскреции 3-метилгистидина наступает после мышечной работы с опозданием и сохраняется в течение весьма длительного периода /I, 5, 7, II/. Во время и непосредственно после окончания работы отмечено снижение уровня этой аминокислоты в мышцах и ее экскреции /9, II, I7/. Хотя не исключена возможность определенной задержки в организме образующегося во время работы 3-метилгистидина до поступления его в мочу, но все же более вероятно, что повышенная продукция 3-метилгистидина — это феномен восстановительного периода, а не самой мышечной работы. Результаты нашего специального исследования показали, что содержание 3-метилгистидина в работавшей мышце (и в пересчете на I г белка) оказывается увеличенным через 2-24 ч после работы, что сочетается с существенным повышением экскреции 3-метилгистидина на вторые сутки восстановления /2/. В этот же период выявились кроме показателей повышенной деградации белка в мышцах также изменения, указывающие на усиленный синтез белка. На основании этого было заключено, что увеличение экскреции 3-метилгистидина не отражает катаболизм во время работы, а, скорее, свидетельствует об интенсивном обновлении молекулярного состава белков актомиозинового комплекса /2/.

Исходя из этого более интенсивное, но менее длительное увеличение экскреции 3-метилгистидина у тренированных крыс по сравнению с нетренированными можно связывать с более выгодными условиями для послерабочего обновления молекулярного состава сократительных белков в тренированном организме. На основании этой трактовки наши данные указывают также на более значительное влияние скоростных упражнений по сравнению с длительными упражнениями на послерабочее обновление молекулярного состава сократительных белков в тренированном организме. Обновление молекулярного состава сократительных белков имеет важное значение не только для репарации функционально изношенных структурных элементов, но и для повышения надежности функции сократительного аппарата. Это, без-

условно, также важное условие развития сократительной способности мышц при повторяющихся упражнениях. В этой связи уменьшение степени повышения экскреции 3-метилгистидина при ежедневном повторении одинаковых упражнений можно рассматривать как результат снижения эффекта тренировочной нагрузки.

Наши данные выявили снижение экскреции 3-метилгистидина после ее увеличения. Оно отмечалось через несколько суток после работы. По-видимому, это изменение связано с прекращением обновления молекулярного состава сократительных белков. Дальнейшие исследования должны показать, означает ли это вообще прекращение адаптивного синтеза белков в мышцах.

### Л и т е р а т у р а

1. Варрик Э.В., Сэне Т.П., Виру А.А. Динамика экскреции 3-метилгистидина при истощающих физических нагрузках. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1983, вып. 639, с. 83-85.
2. Виру А.А., Варрик Э.В., Ээпик В.Э., Пэхме А.Я. Белковый обмен в мышцах после их работы. - Физиол. ж., СССР, 1984, т. № 12, с. 1624-1628.
3. Рогозкин В.А., Яковлев Н.Н. Азотистый обмен при мышечной деятельности различного характера. - Укр. биох., ж., 1960, т. 32, с. 899-910.
4. Яковлев Н.Н. Биохимия спорта. - М.: ФизС. 1974.
5. Dohm G.L., Puente F.R., Smith C.P., Edge A. Changes in tissue protein levels as a result of endurance exercise. - Lif.Sci., 1978, vol. 23, p. 845-850.
6. Dohm G.L., Beecher G.R., Warren R.A., Williams R. T. Influence of exercise on free amino acid concentration in rat tissues. - J. Appl. Physiol., 1981, vol. 50, p. 41-44.
7. Dohm G.L., Williams R.T., Kasperek G.J., Rij A.M. van. Increased excretion of urea and N<sup>3</sup>-methylhistidine by rats and humans after a bout of exercise.- J.Appl. Physiol., 1982, vol. 52, p. 27-33.
8. Mayer M., Rosen F. Interaction of glucocorticoids and androgens with skeletal muscle. - Metabolism, 1977, vol. 26, p. 937 - 962.
9. Millward D.J., Davies C.T.M., Halliday D., Wolman S.L., Matthews D., Rennie M. Effect of exercise on protein metabolism in humans as explored with stable isotopes. - Fed. Proc., 1982, vol. 41, p. 2686-2691.

10. Radha E., Bessman S.P. A rapid colorimetric method for 3-methylhistidine in urine. - *Analyt. Biochem.*, 1982, vol. 121, p. 170-174.
11. Radha E., Bessman S.P. Effect of exercise on protein degradation: 3-methylhistidine and creatinine excretion. - *Biochem. Med.*, 1983, vol. 29, p. 96-100.
12. Rennie M.J., Edwards R.H.T., Davies T.M., Krywaniych S., Halliday D., Waterlow J.C., Millward D.J. Protein and amino acid turnover during and after exercise. - *Biochem. Soc. Trans.*, 1980, vol. 6, p. 499-501.
13. Wahren J. Metabolic adaptation to physical exercise in man. - In: *Endocrinology*/Ed. L. DeGroat et al. New York, London, Toronto, Sydney, San Francisco, Grune Stratton, 1979, vol. 3, p. 1911-1926.
14. Young V.R., Munro H.N. N<sup>t</sup>-methylhistidine (3-methylhistidine) and muscle protein turnover: an overview. - *Fed. Proc.*, 1978, vol. 37, p. 2291-2300.

#### EXCRETION OF 3-METHYLHISTIDINE IN MUSCULAR ACTIVITY

E. Varrik, A. Viru.

#### S u m m a r y

Experiments in Wistar rats showed that prolonged exercises cause an elevated excretion of 3-methylhistidine that persists during some days after exertion. Speed exercises caused a more pronounced increase in excretion than endurance exercises. In trained rats the increase in 3-methylhistidine excretion was more intense but less prolonged than in untrained animals. During daily repetition of intensive exercises lead to the persisting high level of 3-methylhistidine excretion with a tendency to return towards initial level at the end of a week.

мкмоль  $24\text{ч}^{-1}$   $100\text{г}^{-1}$

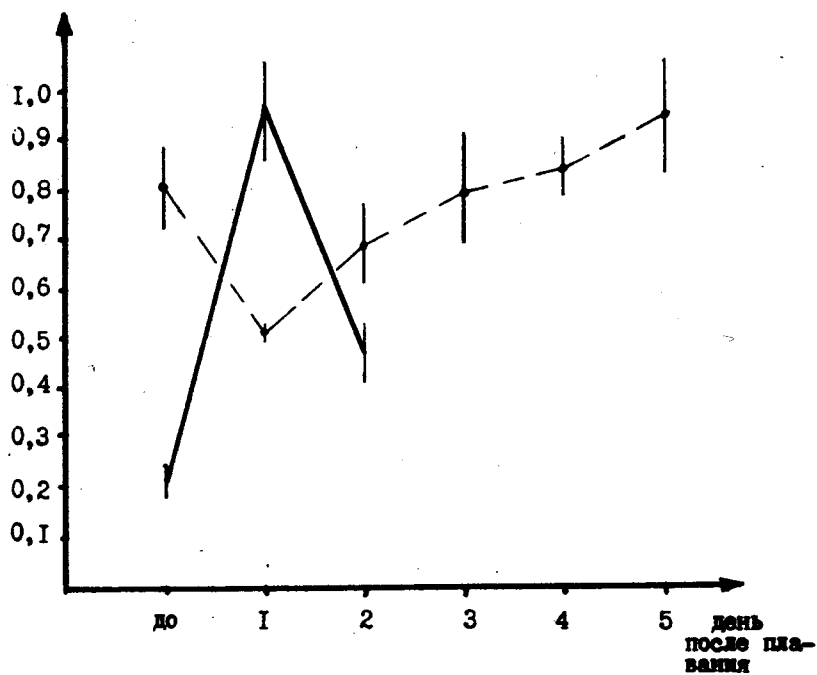


Рис. 1. Экскреция 3-метилгистидина после 10-часового плавания у тренированных (—) и нетренированных (---) крыс.



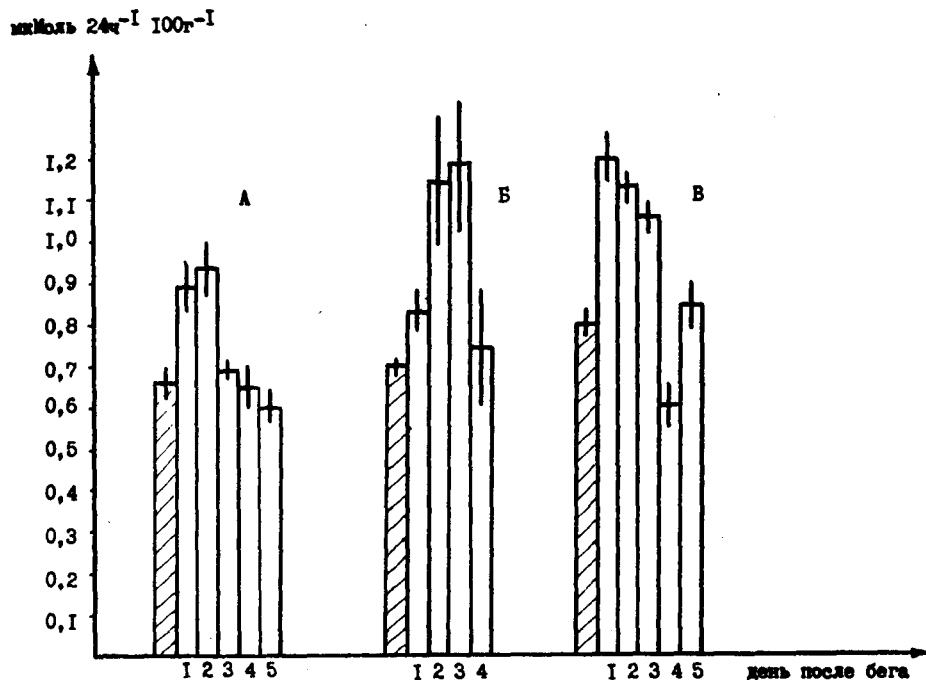


Рис. 2. Экскреция 3-метилгистидина после бега на тредбане до отказа у крыс, предварительно тренированных соответствующими нагрузками. А - продолжительный бег со скоростью 35 м/мин<sup>-1</sup>, Б - повторение 40-секундных пробежек со скоростью 65 м/мин<sup>-1</sup>, В - повторение 10-секундных пробежек со скоростью 95 м/мин<sup>-1</sup>. Остальные обозначения как на рис.

5

мкмоль  $24\text{г}^{-1}$   $100\text{г}^{-1}$

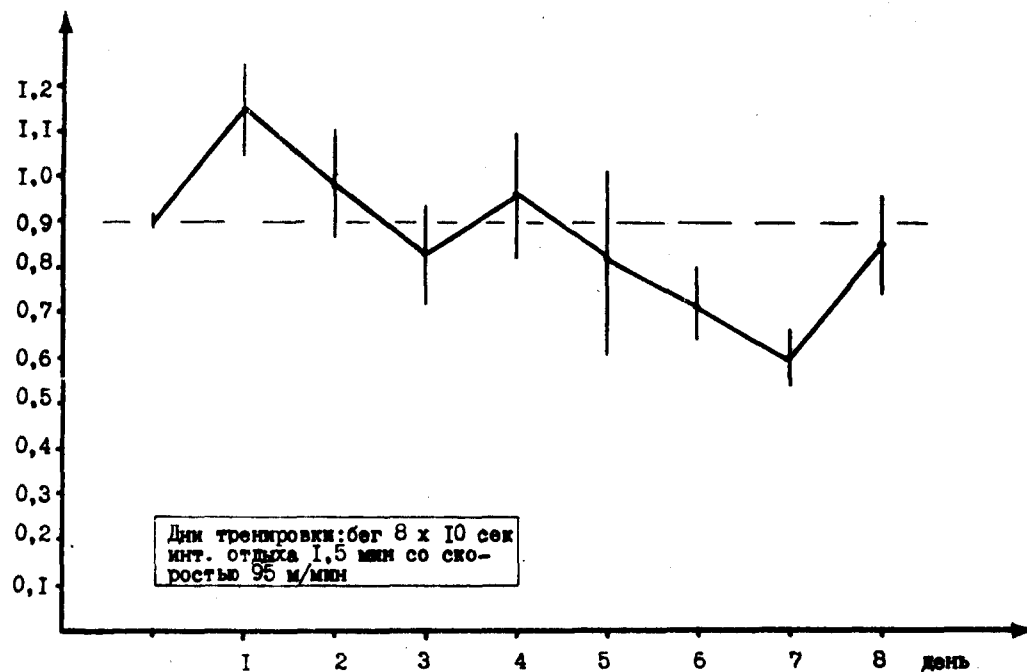


Рис. 3. Экскреция 3-метилгистидина в дни тренировки и восстановления после микроцикла тренировки.

мкмоль  $24\text{ч}^{-1}$   $100\text{г}^{-1}$

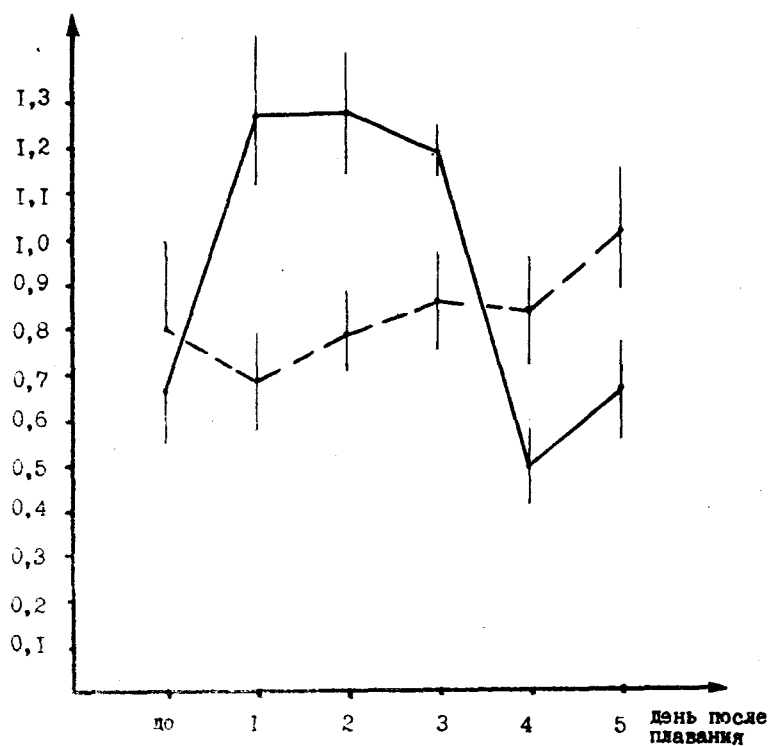


Рис. 4. Экскреция 3-метилгистидина у тренированных (бег на treadbane, —) и нетренированных крыс (---) после 6-часового плавания.

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В КРОВИ У БАСКЕТБОЛИСТОВ

Р.В. Ялак, А.А. Виру, А.Х. Кивисельг,  
А.В. Ряндур, П.К. Хакман  
Кафедра спортивной физиологии

Помимо углеводов и липидов, энергетические возможности и метаболизм которых достаточно хорошо изучены, в обеспечении энергией мышечной деятельности определенное участие принимают аминокислоты.

Скелетные мышцы обладают самым большим запасом свободных аминокислот в организме /15/. Свободные аминокислоты, выходя из мышечной ткани в кровоток, используются организмом в пластических процессах и глюконеогенезе /11,12/. Из всех аминокислот наибольшее значение в процессе глюконеогенеза в печени имеет аланин, выход которого из мышечной ткани в кровь и экстрагирование из крови печенью доминирует над другими аминокислотами /11/. Синтез аланина в мышечной ткани путем переноса на пируват аминогрупп, подвергаемых дезаминированию и окислению других аминокислот, передача его кровью в печень и образование там глюкозы, выходящей впоследствии в кровоток, составляет глюкозо-аланиновый цикл /8/.

При физических нагрузках возникают большие изменения в метаболизме аминокислот. Умеренная физическая нагрузка обуславливала повышение аланина в артериальной крови на 20-25%, а более интенсивная - до 60-100% /6, 10/. Данные о динамике аминокислот при различных тренировочных нагрузках противоречивы.

Целью настоящего исследования было изучение динамики концентрации аминокислот - глутамина, аланина, валина, лейцина и изолейцина, а также лактата и мочевины в венозной крови при различных физических упражнениях у баскетболистов.

## Контингент и методика исследования

Исследования проводились над баскетболистами (возраст 18-30 лет, квалификация от перворазрядника до мастера спорта) во время соревновательного периода. Наблюдения проводились утром с 8 до 9 часов при пяти вариантах тренировочных упражнений:

1) кратковременные анаэробные беговые упражнения (бег 6 x 60 м и бег на 1000 м в максимальном темпе;  $n = 8$ );

2) повторная анаэробная работа на велоэргометре (2 мин по 400 W, отдых 3 мин, 6 раз в максимальном темпе;  $n = 8$ );

3) равномерная работа на велоэргометре (30 мин по 200 W при частоте пульса 140-160 уд/мин;  $n = 8$ );

4) кроссовый бег на 6 км (частота пульса 160-170 уд/мин; время на дистанции 20-30 мин;  $n = 8$ );

5) кроссовый бег на 9 км с предельной скоростью (время на дистанции 45-50 мин;  $n = 5$ ).

Кровь из v. cubitalis брали за 10-15 мин до нагрузки, через 2-4 мин после нагрузки и спустя 20-25 мин восстановления. Концентрацию аминокислот определяли с помощью анализатора аминокислот "Biotronik C 1700", мочевины - с помощью биотеста "Лахема" (ЧССР), лактат - по методу Баркер-Саммерсона.

## Результаты исследования и их обсуждение

Средние показатели динамики аминокислот, лактата и мочевины в крови при физических упражнениях представлены в таблице I.

Кратковременная анаэробная беговая нагрузка вызывала повышение концентрации лактата в крови в среднем на 85% и мочевины - на 33%. Среднее содержание аланина существенно не увеличивалось. Анализ индивидуальных данных показал прирост аланина в 6 случаях из 8. Изменения в содержании валина, лейцина и изолейцина разнонаправленные, но в двух случаях при снижении аланина в крови после нагрузки содержание их также снижалось. Средний уровень лактата в крови после нагрузки ( $4,80 \pm 0,34$  ммоль/л) показал, что работа вызывала лишь умеренную активацию гликолиза. На 20 мин восстановления установлено увеличение концентрации аланина, валина, лейцина

РИС. 1

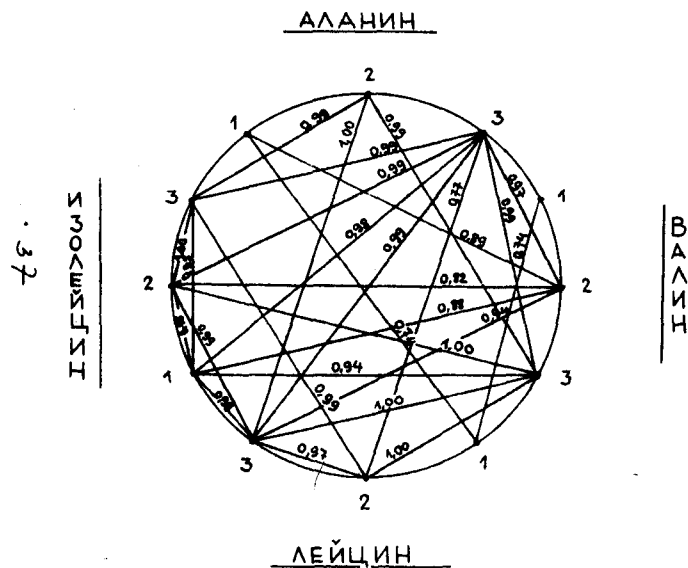


Рис. I. Статистически значимые коррелятивные связи между аминокислотами - аланин, валин, лейцин, и изолейцин - при анаэробной велоэргометрической нагрузке.

Обозначение: 1 - содержание аминокислоты в крови до нагрузки, 2 - после нагрузки, 3 - на 20 мин восстановления.

РИС. 2

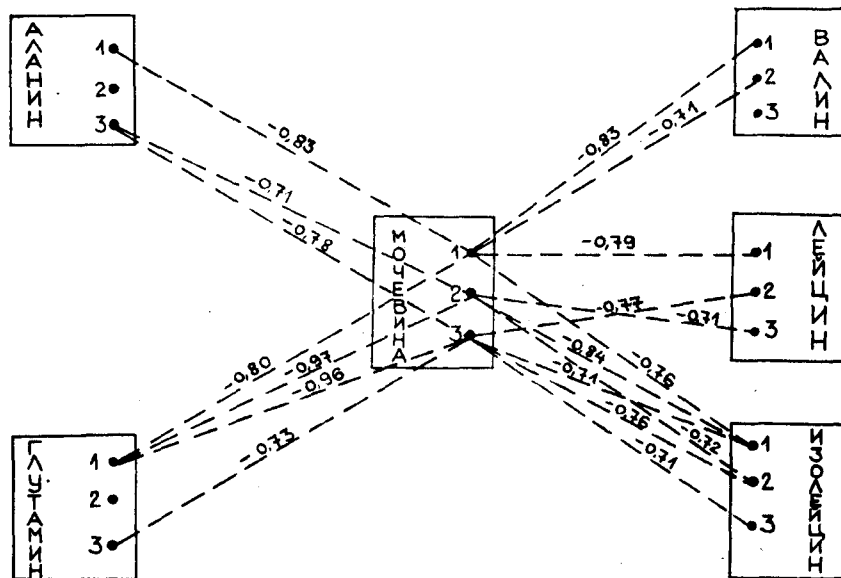


Рис. 2. Статистически значимые коррелятивные связи между содержанием аминокислот и мочевины в крови при анаэробной велоэргометрической нагрузке.  
Обозначение: 1 - до нагрузки, 2 - после нагрузки, 3 - на 20 мин восстановления.

Таблица I

Средние показатели динамики аминокислот, лактата  
и мочевины при физических упражнениях

Нагрузка	Показатель	Перед нагрузкой	После нагрузки	Восстановление
I	2	3	4	5
I Анаэробное беговое упражнение	GLU	0,17±0,01	0,15±0,01	0,23±0,07
	ALA	0,41±0,05	0,43±0,03	0,57±0,16
	VAL	0,22±0,02	0,19±0,01	0,30±0,10
	ILE	0,05±0,01	0,04±0,01	0,07±0,03
	LEU	0,12±0,01	0,08±0,01	0,10±0,01
	лактат	2,59±0,18	4,80±0,34	1,18±0,18
	мочевин.	4,38±0,23	5,83±0,49	4,48±0,40
II Повторная анаэробная работа на велоэргометре	GLU	0,14±0,01	0,10±0,01	0,12±0,01
	ALA	0,34±0,03	0,26±0,03	0,31±0,01
	VAL	0,17±0,02	0,13±0,01	0,17±0,02
	ILE	0,05±0,01	0,06±0,01	0,04±0,01
	LEU	0,05±0,01	0,04±0,01	0,10±0,02
	лактат	2,26±0,08	6,61±0,56	5,95±0,18
	мочевин.	5,45±0,43	5,96±0,55	5,95±0,26
III 30-мин. работа на велоэргометре	GLU	0,22±0,02	0,18±0,01	0,18±0,01
	ALA	0,36±0,02	0,30±0,01	0,27±0,03
	VAL	0,28±0,02	0,22±0,02	0,26±0,07
	ILE	0,07±0,01	0,05±0,01	0,04±0,01
	LEU	0,14±0,01	0,11±0,01	0,10±0,01
	лактат	1,39±0,14	4,05±0,20	4,02±0,21
	мочевин.	6,33±0,31	6,01±0,29	5,44±0,30
IV Кроссовый бег на 6 км	GLU	0,18±0,02	0,14±0,01	0,11±0,01
	ALA	0,25±0,02	0,36±0,03	0,17±0,02
	VAL	0,16±0,02	0,20±0,03	0,11±0,03
	ILE	0,04±0,01	0,04±0,01	0,02±0,01
	LEU	0,10±0,02	0,12±0,02	0,04±0,01
	лактат	2,0 ±0,15	11,6±0,20	7,9 ±0,17
	мочевин.	3,57±0,30	5,37±0,26	4,17±0,27
V Кроссовый бег на 9 км	GLU	0,16±0,02	0,15±0,03	0,10±0,02
	ALA	0,23±0,04	0,50±0,08	0,21±0,03



Продолжение табл. I

I	2	3	4	5
VAL	0,17±0,02	0,26±0,03	0,18±0,02	
ILE	0,05±0,01	0,06±0,01	0,01±0,01	
LEU	0,11±0,02	0,14±0,02	0,05±0,01	
лактат	2,7 ±0,09	17,9±0,31	11,7±0,25	
мочевина	3,7 ±0,30	5,1±0,36	3,8±0,40	

и изолейцина в крови.

Анаэробная работа на велоэргометре вызывала существенный прирост лактата на 192% и незначительное повышение уровня мочевины на 9%. Концентрация аланина, глутамина, лейцина и изолейцина снижалась у всех восьми спортсменов, аланин в том числе в среднем на 24%. Нагрузка на велоэргометре в течение 30 мин (по энергетическим затратам - 540 к $\tilde{ж}$  - равна предыдущей нагрузке) обуславливала у всех спортсменов снижение концентрации аланина (в среднем на 17%), глутамина, валина, лейцина и изолейцина в крови. Содержание лактата увеличивалось на 191%, а содержание мочевины существенно не изменялось.

Как известно, аминокислоты - валин, лейцин и изолейцин не утилизируются в глюконеогенезе в печени и выходят из печени в кровь /14/, являясь также предшественниками для синтеза аланина de novo в скелетной мышце /16/. Большое количество статистически значительных, исключительно положительных, коррелятивных связей между концентрациями аланина, валина, лейцина и изолейцина в крови при физических нагрузках (приведены на рис. I) указывает на возможную взаимосвязь между изменениями этих аминокислот. Можно думать, что при упражнениях, длительность которых не превышает 30 мин, усиливается использование аланина в процессе глюконеогенеза в печени, но недостаточным остается мобилизация ресурсов валина, лейцина и изолейцина, обеспечивающих синтез аланина в мышцах аминокислотной группой. Общим результатом является снижение уровня всех этих 4 аминокислот в крови.

Беговые нагрузки на 6 и 9 км вызывали существенный прирост содержания лактата в крови (480% и 563% соответственно). Уровень мочевины повышался при беге на 6 км на 50% и при беге на 9 км на 38%. Содержание аланина в крови увеличи-

валось во всех наблюдениях, а глутамин в крови снижался в II случаях из 13. При беге на 6 км содержание валина увеличивалось в трех и снижалось в пяти случаях, содержание лейцина соответственно в 6 и 2, а изолейцина в 4 и 4 случаях. При беге на 9 км содержание валина, лейцина и изолейцина увеличивалось у всех спортсменов. Параллельный прирост концентрации аланина и лактата в крови под воздействием физических нагрузок указывает на усиление функции глюкозо-аланинового цикла /8/. Высокий уровень валина, лейцина и изолейцина в крови, очевидно, связан с их мобилизацией для синтеза аланина de novo. Обращает на себя внимание существенное снижение концентрации аланина ( $t = 3,40$   $P < 0,01$ ), валина ( $t = 3,37$   $P < 0,01$ ), лейцина ( $t = 2,97$   $P < 0,01$ ) и изолейцина ( $t = 3,37$   $P < 0,01$ ) на 20 мин восстановления по сравнению с данными непосредственно после нагрузки. Это, очевидно, связано с уменьшением мобилизации запасов валина, лейцина и изолейцина и сохранением повышенной утилизации аланина в печени /9/ или с торможением синтеза аланина в скелетной мышце. Аналогичные изменения наблюдались также в восстановительном периоде после 30 мин работы на велоэргометре, зато концентрация этих аминокислот после анаэробной нагрузки на велоэргометре на 20 мин восстановления была увеличена.

Наши исследования показали, что наибольшее увеличение концентрации аланина в крови наблюдалось при 25-45 мин интенсивных физических нагрузках. При кратковременных нагрузках анаэробного характера аланин в крови увеличивался в меньшей степени. Нет оснований думать, что в этих условиях интенсивность глюконеогенеза и тем самым использования аланина в печени снижается. По-видимому, увеличение аланина в крови свидетельствует о значительном усилении его синтеза. Аналогичные данные можно найти и в литературе /1, 5, 17, 18/.

Все использованные упражнения вызывали увеличение концентрации мочевины в крови либо непосредственно после нагрузки, либо на 20 мин восстановления, что указывает на катаболизм белков /2, 3, 7, 13/. На рис. 2 приведены статистически значимые коррелятивные связи между содержанием аминокислот и мочевины в крови, которые исключительно все оказались отрицательными. Очевидно, интенсивный синтез мочевины либо ингибирует мобилизацию запасов приведенных аминокислот, либо выражает окончательный этап, следующий после дезаминации аминокислот.

## Л и т е р а т у р а

1. Кукес В.Г., Насонов А.С., Белянова Л.П., Голубева Е.Н., Баратова Л.А., Алавердян А.М., Беркашев А.Б. Влияние велоэргометрической нагрузки на содержание аминокислот в плазме у спортсменов. - Физиол. чел., 1981, № 7, с. 1011-1015.
2. Рогозкин В.А. Азотистый обмен при мышечной деятельности различной длительности. - Укр.биохим. ж. 1959, № 31, с. 489-494.
3. Яковлев Н.Н. Биохимия спорта. - М.: ФИС, 1974.
4. Ahlberg G., Felig P., Hagenfeldt L., Handler R., Wahren J. Substrate turnover during prolonged exercise in man: splanchnic and leg metabolism of glucose, free fatty acids, and amino acids. - J. Clin. Invest., 1974, vol. 53, p. 1080-1090.
5. Berg A., Keul J. Serum alanine during long-lasting physical exercise. - Int. J. Sports Med., 1980, vol. 1, p. 199-202.
6. Carlsten A., Hallgren B., Jagenburg R., Svanborg A., Werkö L. Arterial concentrations of free fatty acids and free amino acids in healthy human individuals at rest and at different work loads. - Scand.J.Clin.Lab. Invest., 1962, vol. 14, p. 185-191.
7. Decombaz J., Reinhardt P., Anantharaman K., von Glutz G., Poortmans J.R. Biochemical changes in a 100 km run: free amino acids, urea and creatinine. - Eur. J.Appl. Physiol., 1979, vol. 41, p. 61-72.
8. Felig P. The glucose-alanine cycle. - Metabolism, 1973, vol. 22, p. 179-207.
9. Felig P. Amino acid metabolism in exercise. - Ann. New York Acad. Sci., 1977, vol. 301, p. 56-63.
10. Felig P., Wahren J. Amino acid metabolism in exercising man. - J.Clin.Invest., 1971, vol. 50, p. 2703-2714.
11. Felig P., Wahren J. Protein turnover and amino acid metabolism in the regulation of gluconeogenesis. - Fed. Proc., 1974, vol. 33, p. 1092-1137.
12. Goldberg A.L., Chang T.W. Regulation and significance of amino acid metabolism in skeletal muscle. - Fed.Proc., 1978, vol. 37, p. 2301-2307.

13. Haralambie G., Berg A. Serum urea and amino nitrogen changes with exercise duration. - Eur.J. Appl. Physiol., 1976, vol. 36, p. 39-48.
14. Mallett L.E., Exton J.H., Park C.R. Control of gluconeogenesis from amino acids in the perfused rat liver. - J.Biol.Chem., 1969, vol. 244, p. 5713-5723.
15. Munro H.N. Free amino acid pools and their role in regulation. - In: Mammalian protein metabolism, 1970, IV, p. 299-387.
16. Odessey R., Khairallah E.A., Goldberg A.L. Origin and possible significance of alanine production by skeletal muscle. - J.Biol.Chem., 1974, vol. 249, p. 7623-7629.
17. Rettemeier A., Weicker H., Frank H. Das Alaninverhalten im Serum bei anaerober Laufbelastung. - Deutsch.Z. Sportmed., 1982, Bd. 33, S. 37-45.
18. Weicker H., Bert H., Oettinger U., Rettemeier A., Hägele A. Alaninbildung unter maximaler Kurzzeitbelastung. - Deutsch.Z.Sportmed., 1982, Bd. 3, S. 73-77.

DER EINFLUSS VERSCHIEDENER KÖRPERLICHER BELASTUNGEN  
AUF DIE KONZENTRATION VON AMINOSÄUREN IM BLUT DER  
BASKETBALLSPIELER

R. Jalak, A. Viru, A. Kiviselg, A. Rändur, P. Hakman

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Veränderungen zwischen der Konzentration der Aminosäuren - Alanin, Glutamin, Valin, Leuzin und Isoleuzin - und Laktat und Harnstoff im Blut wurden von hochtrainierten Basketballspielern (18-30 Jahre) bei verschiedenen körperlichen Belastungen bestimmt.

Unsere Experimente haben gezeigt, daß die höchste Konzentration von Alanin im Blut bei intensiven körperlichen Belastungen von 25 - 45 Minuten auftrat, unter maximaler Kurzzeitbelastungen war der Anstieg von Alanin weniger. Der Anstieg von Alanin im Blut war von ihrer verstärkten Synthese bedingt. Die Konzentration von Harnstoff im Blut war bei allen Belastungen sofort nach der Ende der Arbeit oder am 20. Minute aufgetreten.

## ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У БЕРЕМЕННЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА БЕРЕМЕННОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗМА

Р.А. Линкберг  
Кафедра физиологии спорта

В данной работе исследовались функциональное состояние миокарда у беременных в зависимости от срока беременности, а также от регулярной физической активности и уровня работоспособности беременных. Исследовалось 70 практически здоровых первобеременных женщин. С помощью поликардиографа синхронно регистрировали в положении лежа в покое электрокардиограмму, фонограмму и сфигмограмму сонной артерии. Для анализа фазовой структуры сердечного цикла по поликардиограмме использовалась методика Вейслера. Данные свидетельствуют о том, что АД находится в пределах нормы на протяжении всей беременности. ЧСС остается в пределах нормы, кроме "бегунов", беременных с относительно низкой работоспособностью. Сдвиг в сторону проявления фазового синдрома гиподинамии наблюдался во всех группах во второй половине беременности. Он выражен сильнее в группах с относительно низкой работоспособностью.

Беременность вызывает в организме женщины целый ряд изменений. Наряду с влиянием на другие жизненно важные системы она оказывает существенное действие на функцию сердечно-сосудистой системы. При беременности нагрузка на сердце увеличивается вследствие нарастания веса тела женщины, увеличивается объем циркулирующей крови и минутный объем, возникает плацентарный круг кровообращения. Увеличение работы сердца может привести к гипертрофии сердечной мышцы. Все эти изменения в значительной степени могут влиять на функцию миокарда и показатели гемодинамики.

Фазовый анализ систолы левого желудочка является подходящим неинвазивным методом, позволяющим оценить функцию миокарда у беременных как в состоянии покоя, так и при адап-

тации к физическим нагрузкам.

В данной работе была предпринята попытка характеризовать функциональное состояние миокарда в зависимости от срока беременности, а также от регулярной физической активности и уровня работоспособности беременных.

### Методика

Исследовалось 70 практически здоровых первобеременных женщин. В соответствии с тем, какими физическими упражнениями женщины занимались во время беременности и какая была работоспособность, оцениваемая  $RWC_{150}$  (для определения  $RWC_{150}$  исследуемые выполняли две пятиминутные нагрузки на тротуаре с пятиминутным интервалом отдыха между нагрузками, первая нагрузка была мощностью 0,75 Вт, вторая - 1,25 Вт на кг веса тела), женщин разделили на шесть групп:

- I группа - незанимающиеся физическими упражнениями, с относительно высокой работоспособностью ( $RWC_{150} > 100$ ) - в дальнейшем неспортсменки;
- II группа - незанимающиеся физическими упражнениями, с относительно низкой работоспособностью ( $RWC_{150} < 100$ );
- III группа - занимающиеся специальными для беременных физическими упражнениями два раза в неделю по 30 минут с относительно высокой работоспособностью - в дальнейшем гимнастки;
- IV группа - занимающиеся физическими упражнениями с относительно низкой работоспособностью;
- V группа - занимающиеся ходьбой (средняя скорость ходьбы 3 км/час два раза в неделю по 30 минут с относительно высокой работоспособностью - в дальнейшем "бегуны");
- VI группа - занимающиеся ходьбой с относительно низкой работоспособностью.

На 13, 20, 28 и 36 неделе беременности в состоянии покоя в положении лежа с помощью поликардиографа синхронно регистрировали электрокардиограмму, фонограмму и сфигмограмму сонной артерии. Для анализа фазовой структуры сердечного цикла по поликардиограмме пользовались методикой Вейсслера /16/. Артериальное давление регистрировали в положении лежа методом Короткова.

## Результаты исследования

Данные о динамике фазовой структуры сердечного цикла левого желудочка у беременных I группы представлены в таблице I.

Из этих данных видно, что АД во время беременности находилось в пределах нормы. Систолическое артериальное давление колебалось от 116 до 126 мм рт.ст, диастолическое - от 69 до 74 мм рт.ст. ЧСС во время беременности колебалась в пределах 76-87 ударов в минуту. Длительность периода изгнания (Е) имела тенденцию к укорочению в течение первых трех периодов беременности и лишь в IV периоде этот сдвиг был статистически достоверным ( $P < 0,01$ ). Длительность периода напряжения (Т) имела тенденцию к удлинению в течение первых трех периодов беременности и лишь в IV периоде этот сдвиг был статистически достоверным ( $P < 0,025$ ). Что касается динамики длительности фазы изометрического сокращения (IC), то она имела тенденцию к удлинению на протяжении всей беременности, но существенного сдвига не наблюдалось. Индекс напряжения миокарда (ИНМ) имел тенденцию к увеличению с удлинением срока беременности. Статистически достоверный сдвиг зарегистрирован нами в IV периоде беременности ( $P < 0,001$ ). То же самое можно сказать и в отношении внутрисистолического показателя (BCП), который был существенно уменьшен в IV периоде беременности ( $P < 0,05$ ), хотя некоторая тенденция к уменьшению наблюдалась уже раньше.

Данные о динамике фазовой структуры сердечного цикла у беременных II группы имеются в таблице 2. Эти данные показывают, что АД и ЧСС у данной группы беременных находились в пределах нормы на протяжении всей беременности. Длительность периода изгнания в I и II периоде беременности была одинаковой (соответственно  $0,290 \pm 0,0033$  с и  $0,291 \pm 0,0071$  с). В III периоде наблюдалось значительное укорочение этого периода ( $P < 0,01$ ). Длительность Т, а также длительность фазы IC имели тенденцию к удлинению на протяжении всей беременности. ИНМ имел тенденцию к увеличению во II периоде беременности, в III периоде этот сдвиг был статистически достоверным ( $P < 0,025$ ). BCП тендировал к уменьшению во II периоде беременности. В III периоде этот показатель уменьшился еще, и сдвиг был статистически достоверным ( $P < 0,05$ ).

Из вышесказанного выясняется, что во время первой поло-

Таблица I

Динамика артериального давления и фаз сердечного цикла левого желудочка  
в покое у I группы

Срок берем.	АД	ЧСС	Е	Т	IC	ИНМ	ВСП
I период 13 нед.	123/ 69 ±2,7±2,3	76±4,2	0,283± 0,0063	0,095± 0,005	0,030± 0,0036	25,01± 1,23	90,30± 1,21
II период 20 нед.	124/ 74 ±4,1±2,4	81±4,4	0,275± 0,0095	0,096± 0,0063	0,031± 0,0032	25,98± 1,26	90,10± 1,4
III период 28 нед.	124/ 74 ±2,8±2,7	87±5,5	0,262± 0,011	0,100± 0,0071	0,032± 0,0035	27,70± 1,5	89,17± 1,41
IV период 36 нед.	116/ 74 ±4,2±3,2	86±7,7	0,235± 0,012 <sup>***</sup>	0,121± 0,08 <sup>***</sup>	0,041± 0,008	34,08± 1,81 <sup>*****</sup>	83,11 <sup>***</sup> 2,86 <sup>***</sup>

Примечание: Здесь и далее все данные представлены как средние величины для группы  
± ошибка среднего ( $\bar{x} \pm m$ ). Звездочкой обозначены данные, которые существенно отличаются от данных I периода (\*  $P < 0,05$ , \*\*\*  $P < 0,01$  и т.д.).



Таблица 2

Динамика артериального давления и фаз сердечного цикла левого желудочка  
в покое у II группы

Срок беременности	АД М ± м	ЧСС М ± м	Е М ± м	Т М ± м	IC М ± м	ИНМ М ± м	ВСП М ± м
I период 13 нед.	115/ 66 ±2,6±1,6	77±3,6	0,290± 0,0033	0,083± 0,0067	0,022± 0,0067	22,17± 1,11	93,22± 1,43
II период 20 нед.	104/ 66 ±3,4±3,1	64±8,4	0,291± 0,0071	0,102± 0,0071	0,034± 0,0035	25,86± 1,54	89,68± 1,52
III период 28 нед.	122/ 68 ±2,6±2,6	84±4,7	0,264± 0,0075	0,098± 0,0038	0,035± 0,0049	27,17± 1,44	88,32± 1,69
IV период 36 нед.	-	-	-	-	-	-	-

вины беременности как в группе с относительно высокой, так и с относительно низкой работоспособностью существенных изменений в сердечной деятельности не наблюдалось, хотя имела место тенденция к снижению сократительной функции сердца, которая сильнее выражена у группы с низкой работоспособностью. Эта тенденция усиливалась в III периоде беременности у I группы, у группы с относительно низкой работоспособностью наблюдалось снижение сократительной функции миокарда в III периоде беременности, у группы с высокой работоспособностью — в IV периоде беременности.

Данные о динамике фазовой структуры сердечного цикла у беременных III группы представлены в таблице 3. Полученные результаты свидетельствуют о том, что АД и ЧСС у беременных гимнасток были в пределах нормы на протяжении всех изученных нами периодов беременности. Длительность периода Е тендировала к укорочению на протяжении всей беременности. Статистически достоверный сдвиг наблюдался в III ( $P < 0,025$ ) и в IV периоде беременности ( $P < 0,001$ ). Длительность периода Т имела тенденцию к удлинению во II периоде беременности. Значительные сдвиги наблюдались в III ( $P < 0,05$ ) и IV ( $P < 0,001$ ) периоде. Для фазы IC характерна тенденция к удлинению в II и III периоде беременности. В IV периоде этот сдвиг был статистически достоверным ( $P < 0,002$ ). С увеличением срока беременности ИММ имел тенденцию к увеличению во II и III периоде беременности. В IV периоде этот сдвиг был статистически достоверным ( $P < 0,001$ ). ВСП имел тенденцию к снижению во II и III периоде беременности. В IV периоде получен самый низкий показатель ( $P < 0,002$ ).

Данные о динамике фазовой структуры сердечного цикла у беременных IV группы приведены в таблице 4. Эти данные показывают, что АД и ЧСС у беременных гимнасток с относительно низкой работоспособностью были в пределах нормы. Длительность периода Е имела тенденцию к удлинению во II периоде беременности, а укорачивалась в III ( $P < 0,05$ ) и в IV периоде беременности ( $P < 0,01$ ). Для длительности периода Т и фазе IC характерна тенденция к укорочению во II периоде беременности. Начиная с III периода Т удлинялась. Сдвиг был статистически достоверным в III ( $P < 0,001$ ) и в IV периоде беременности ( $P < 0,001$ ). Самую длинную фазу IC мы наблюдали в III периоде ( $P < 0,05$ ), она осталась удлинённой и в IV периоде ( $P < 0,05$ ). ИММ имел тенденцию к уменьшению во II периоде. По сравнению с первым периодом беременности он был

Таблица 3

Динамика артериального давления и фаз сердечного цикла левого желудочка  
в покое у III группы

Срок беременности	АД М ± m	ЧСС М ± m	Е М ± m	Т М ± m	IC М ± m	ИНМ М ± m	ВСП М ± m
I период 13 нед.	119/ 66 ±2,1±2,3	74±3,1	0,290± 0,005	0,093± 0,002	0,029± 0,0023	24,36± 0,49	91,08± 0,88
II период 20 нед.	110/ 64 ±1,7±2,0	75±3,2	0,285± 0,005	0,098± 0,002	0,033± 0,005	25,28± 1,94	89,57± 2,41
III период 28 нед.	117/ 66 ±1,7±1,9	78±3,3	0,268± 0,007	0,101 0,004	0,032± 0,003	27,45± 2,49	89,20± 1,13
IV период 36 нед.	116/ 72 ±2,9±2,1	81±5,0	0,250± 0,011	0,118± 0,003	0,047± 0,006	32,34± 1,51	83,95± 1,96

Таблица 4

Динамика артериального давления и фаз сердечного цикла левого желудочка в покое  
у IV группы

Срок беремен- ности	АД М ± м	ЧСС М ± м	Е М ± м	Т М ± м	IC М ± м	ИМ М ± м	ВСП М ± м
I период 13 нед.	122/ 64 ±2,7±1,6	80±3,5	0,278± 0,006	0,087± 0,003	0,029± 0,003	23,77± 0,54	90,71± 1,00
II период 20 нед.	119/ 62 ±3,7±2,8	81±4,3	0,282± 0,006	0,083± 0,003	0,022± 0,003	22,85± 0,85	92,82± 1,02
III период 28 недель	112/ 66 ±2,7±1,7	83±5,9	0,255± 0,009 <sup>ж</sup>	0,103± 0,003 <sup>ж</sup>	0,038± 0,003 <sup>ж</sup>	28,87± 0,92 <sup>ж</sup>	87,12± 1,02 <sup>ж</sup>
IV период 36 нед.	119/ 75 ±2,1±2,7	78±4,1	0,245± 0,01 <sup>ж</sup>	0,107± 0,003 <sup>ж</sup>	0,036± 0,003 <sup>ж</sup>	30,57± 1,29 <sup>ж</sup>	86,98± 1,22 <sup>ж</sup>

значительно больше в III ( $P < 0,001$ ) и IV ( $P < 0,001$ ) периоде беременности. Противоположную динамику имел показатель ВСП, который во II периоде беременности тендировал к удлинению. В III и IV периоде показатель уменьшился и сдвиг был статистически достоверным (соответственно  $P < 0,025$  и  $P < 0,05$ ).

В заключение можно сказать, что адаптация сердечной деятельности к беременности у беременных гимнасток с относительно высокой работоспособностью имела тенденцию к снижению сократительной функции миокарда во II периоде беременности. В III и IV периоде беременности наблюдалось снижение сократительной функции миокарда у этой группы.

У беременных гимнасток с относительно низкой работоспособностью адаптация к беременности во II периоде имела тенденцию к улучшению сократительной функции миокарда. В III и IV периоде беременности эта способность ухудшилась, сильнее она выражена в IV периоде беременности.

Учитывая степень удлинения периода напряжения с одновременным увеличением длительности фазы изометрического сокращения и укорочения периода изгнания, можно сказать, что в группе беременных гимнасток с относительно низкой работоспособностью изменения в сторону ухудшения сократительной функции миокарда были выражены меньше (кроме III периода), чем в группе гимнасток с более высокой работоспособностью. Следует отметить, что при сравнении I и II группы (беременные, регулярно не занимающиеся физическими нагрузками) более выраженные изменения фазовой структуры сердечного цикла в сторону ухудшения сердечной функции наблюдались в группе беременных, которые имели относительно низкую работоспособность (II группа). Другими словами, при отсутствии регулярной физической активности развитие изменений в сердечной функции во многом определяется начальным состоянием функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. Тот факт, что регулярные физические нагрузки наиболее эффективно уменьшали степень ухудшения сократительной функции в группе с низкой работоспособностью, может свидетельствовать об адекватности применяемых нагрузок именно для этой группы.

Данные о динамике фазовой структуры сердечного цикла у беременных У группы имеются в таблице 5. Из этих данных выясняется, что АД и ЧСС у группы "бегунов"—беременных были в пределах нормы. Длительность периода Е имела тенденцию к укорочению в первые три периода. В IV периоде этот сдвиг был

Таблица 5

Динамика артериального давления и фаз сердечного цикла левого желудочка  
в покое у У группы

Срок беремен- ности	АД М ± m	ЧСС М ± m	Е М ± m	Т М ± m	IC М ± m	ИНМ М ± m	ВСП М ± m
I период 13 нед.	120/ 68 ±3,4±2,2	73±3,5	0,292± 0,0032	0,094± 0,0034	0,032± 0,0032	24,38± 0,77	90,15± 1,2
II период 20 нед.	121/ 67 ±2,9±2,6	76±4,98	0,286± 0,01	0,092± 0,003	0,027± 0,003	24,36± 1,03	91,41± 0,90
III период 28 нед.	118/ 71 ±2,9±2,6	80±6,4	0,267± 0,013	0,104± 0,032 <sup>ЖЖЖ</sup>	0,035± 0,0032	28,31± 1,26 <sup>ЖЖ</sup>	88,24± 1,49
IV период 36 нед.	122/ 76 ±1,9±1,0	78±6,5	0,250± 0,012 <sup>ЖЖЖ</sup>	0,117± 0,004 <sup>ЖЖЖЖЖ</sup>	0,045± 0,004 <sup>ЖЖ</sup>	32,00± 1,53 <sup>ЖЖЖЖЖ</sup>	84,72± 1,48 <sup>ЖЖ</sup>

статистически достоверным ( $P < 0,01$ ). Что касается длительности периода Т и фазы ИС, то можно отметить, что во II периоде беременности они имели тенденцию к укорочению. Начиная с III периода длительность ИС имела тенденцию к удлинению и в IV периоде этот сдвиг был статистически достоверным ( $P < 0,025$ ). Период напряжения (Т) удлинялся в III ( $P < 0,01$ ) и в IV ( $P < 0,001$ ) периоде беременности. ИМ в первые два периода оставался неизменным. В III периоде он нарастал ( $P < 0,025$ ) и стал наибольшим в IV периоде ( $P < 0,001$ ). ВСП имел тенденцию к увеличению во II периоде беременности и к уменьшению в III периоде. В IV периоде это уменьшение было статистически достоверным ( $P < 0,025$ ).

Данные о динамике фазовой структуры сердечного цикла у беременных УI группы представлены в таблице 6. Полученные показатели свидетельствуют, что АД у группы "бегунов"-беременных с относительно низкой работоспособностью было в пределах нормы, а в IV периоде беременности - выше нормы. Длительность периода Е тендировала к укорочению во II периоде. Статистически достоверный сдвиг зарегистрирован нами в III ( $P < 0,01$ ) и в IV ( $P < 0,001$ ) периоде беременности. Длительности периода Т и фазы ИС повышались с увеличением срока беременности ( $P < 0,01$  и  $P < 0,5$ ) во II,  $P < 0,01$  и  $P < 0,01$  в III и  $P < 0,001$  и  $P < 0,002$  в IV периоде беременности). ИМ во время беременности увеличился, а ВСП уменьшился.

Из этих данных можно сделать вывод, что лучше адаптировались к беременности женщины с относительно высокой работоспособностью. У них во II периоде беременности наблюдалась тенденция к улучшению сократительной функции миокарда. Начиная с III периода беременности наблюдался сдвиг в сторону проявления фазового синдрома гиподинамии. Значительные сдвиги зарегистрированы нами в IV периоде.

У группы "бегунов"-беременных с относительно низкой работоспособностью сократительная функция миокарда снизилась уже во II периоде беременности и этот сдвиг усиливался в конце беременности.

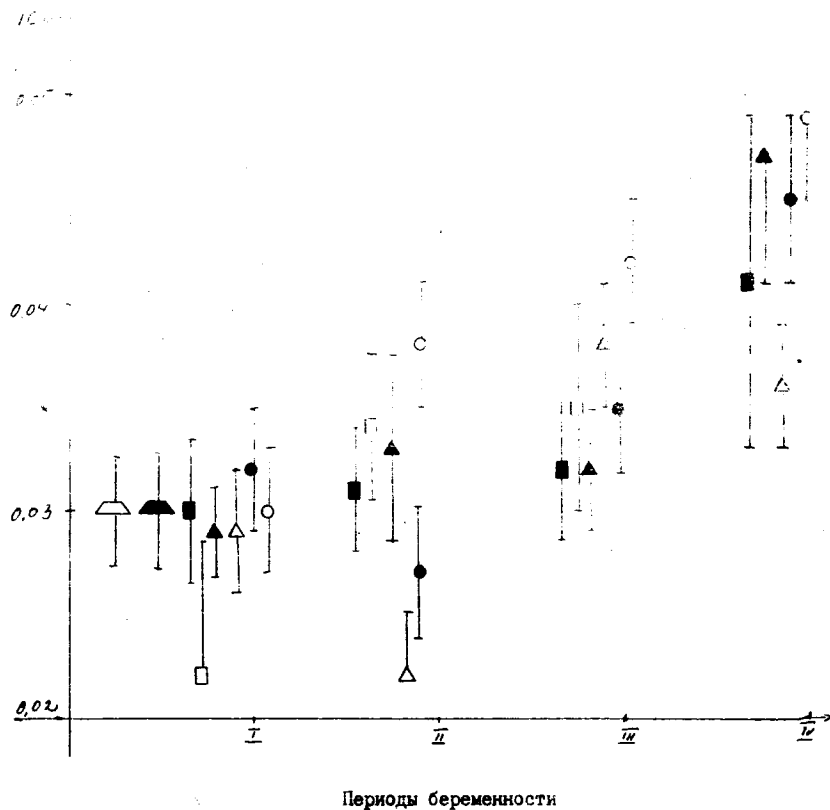
Таблица 6

Динамика артериального давления и фаз сердечного цикла левого желудочка  
в покое у У1 группы

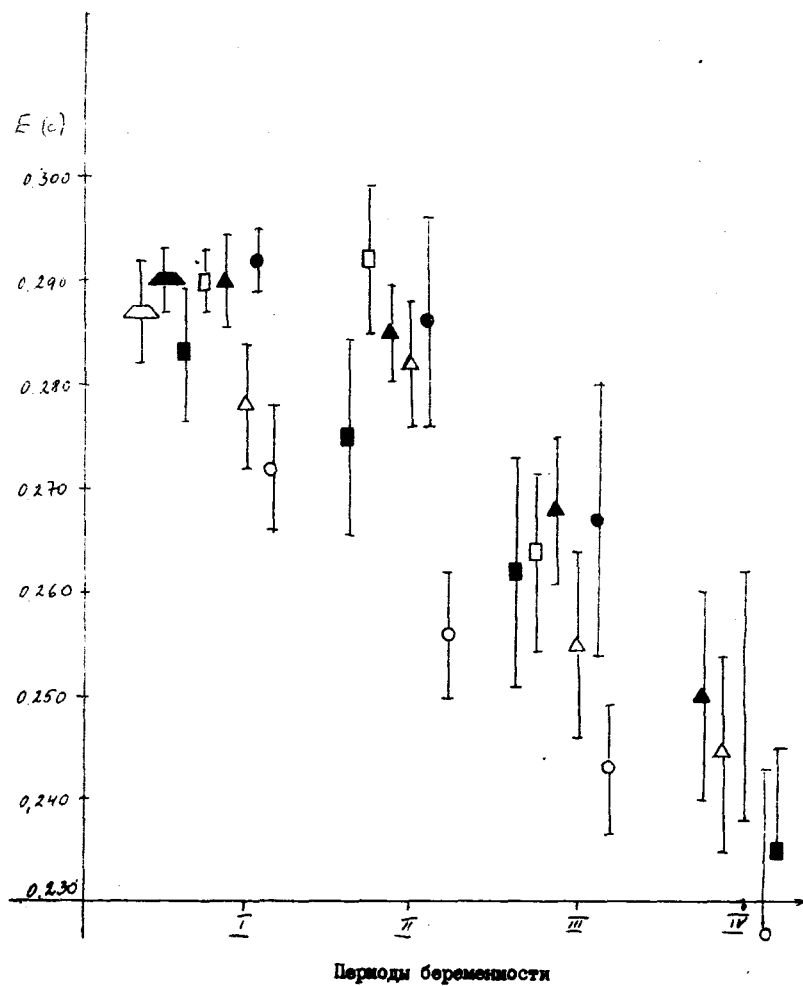
Срок беремен- ности	АД М ± m	ЧСС М ± m	Е М ± m	Т М ± m	IC М ± m	ИНМ М ± m	BCП М ± m
I период 13 нед.	118/ 67 ±2,5±1,8	87±4,5	0,271± 0,006	0,088± 0,003	0,030± 0,003	24,47± 1,1	89,82± 1,14
II период 20 нед.	118/ 72 ±1,4±1,9	91±3,7	0,256± 0,0063	0,103± 0,0032 <del>±0,003</del>	0,038± 0,0032 <del>±0,003</del>	28,76± 0,94 <del>±0,03</del>	87,19± 1,39
III период 28 нед.	114/ 73 ±2,7±3,2	89±3,2	0,243± 0,0067 <del>±0,003</del>	0,105± 0,004 <del>±0,003</del>	0,042± 0,0029 <del>±0,003</del>	30,20± 0,40 <del>±0,03</del>	85,25± 1,04 <del>±0,03</del>
IV период 36 нед.	116/ 72 ±2,0±2,1	100±8,8	0,227± 0,016 <del>±0,003</del>	0,120± 0,004 <del>±0,003</del>	0,049± 0,004 <del>±0,003</del>	34,82± 1,78 <del>±0,03</del>	82,16± 2,13 <del>±0,03</del>



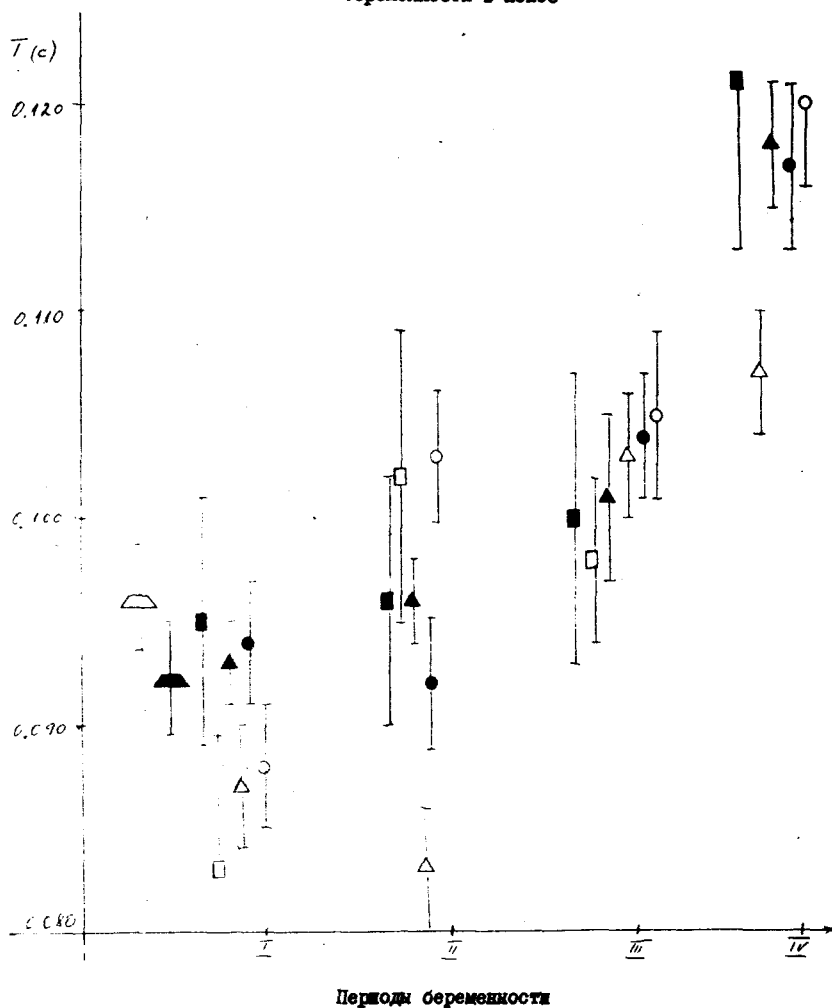
Динамика длительности фазы изометрического сокращения  
во время беременности в покое



Динамика длительности периода изгнания во время  
беременности в покое



Динамика длительности периода напряжения во время  
беременности в покое



## Условные знаки к рисункам

- - незанимающиеся физическими упражнениями с относительно высокой работоспособностью,
- - незанимающиеся физическими упражнениями с относительно низкой работоспособностью,
- ▲ - гимнастки - беременные с относительно высокой работоспособностью,
- △ - гимнастки - беременные с относительно низкой работоспособностью.
- - "бегуны" - беременные с относительно высокой работоспособностью,
- - "бегуны" - беременные с относительно низкой работоспособностью,
- ▲ - контрольная группа с относительно высокой работоспособностью,
- ▭ - контрольная группа с относительно низкой работоспособностью.

## Обсуждение результатов

Из данного исследования выяснилось, что ЧСС у всех групп, кроме "бегунов"-беременных с относительно низкой работоспособностью, была в пределах нормы, но наблюдалась тенденция к ускорению пульса с увеличением срока беременности. Это обстоятельство отмечено многими авторами /1, 8, 9, 10, 13, 14, 15/, которые считают, что некоторое ускорение сердечной деятельности является характерным изменением для данного состояния. ЧСС считается нормальной при 60-80 ударах в минуту во время беременности /10/.

Артериальное давление было у всех групп в пределах нормы. Такой результат совпадает с данными, полученными другими авторами /6, 10/.

С максимальной нагрузкой работает сердце на 25-35 неделе беременности /1, 3, 8, 11/. В этом периоде может возникнуть фазовый синдром гиподинамии, для которого характерно увеличение длительности IC, T, ИМ и укорочение длительности E, ВСП /4/. Результаты данного исследования подтверждают вышесказанное о том, что сократительная функция миокарда снижается во второй половине беременности - на 28 и 36 неделе, причем у групп с относительно низкой работоспособностью этот сдвиг был значительным.

Снижение сократительной функции миокарда в конце беременности рассматривается как компенсаторно-приспособительный механизм сердечно-сосудистой системы, который развивается в ответ на изменения, происходящие в организме женщин во время беременности /5, 7, 12/.

## Л и т е р а т у р а

1. Ванина Л.В. Беременность и роды при пороках сердца. - М.: Медицина, 1971.
2. Василенко В.Х. Сердце и беременность. - В кн.: Проблемы кардиологии. М.: Медицина, 1967, с. 9-33.
3. Жадовская В.М. Анализ фаз систолы левого желудочка у беременных женщин. - Акуш. и гинек., 1969, № 4, с. 67
4. Карпман В.Л., Куколевский Т.М. Сердце и спорт. - М.: Медицина, 1968.

5. Маколкин В.И., Украинцева Е.Ф. Функциональное состояние миокарда при беременности нормальной. - Кардиология, 1971, № 3, с. 112-115.
6. Маршалл Р.Д., Шеферд Дж.Т. Функция сердца у здоровых и больных. - М.: Медицина, 1972, ч. III.
7. Михайлова Н.П., Тутова И.М., Маркова Т.А., Лозовой А.А. Сократительная способность миокарда у беременных и рожениц с ревматическими пороками сердца. - Акуш. и гinek., 1974, № 11, с. 21-26.
8. Михайлова Н.П. Некоторые вопросы проблемы адаптации в акушерстве и гинекологии. - В кн.: Некоторые вопросы адаптации в акушерстве и гинекологии / Под общей ред. Н.П. Михайловой. Горький, 1974, с. 5-13.
9. Персианинов Л.С., Демидов В.П., Особенности функции системы кровообращения у беременных, рожениц и родильниц. - М.: Медицина, 1977, с. 68-107.
10. Рыбкина Н.Ф. Заболевания сердца и беременность. Горький, 1960, с. 16-22.
11. Тутова И.М. Компенсаторно-приспособительные изменения сократительной функции миокарда у беременных с токсикозами второй половины беременности. - В кн.: Некоторые вопросы адаптации в акушерстве и гинекологии / Под общей ред. Н.П. Михайловой. Горький, 1974, с. 68-73.
12. Украинцева Е.Ф. Фазовый анализ сердечной деятельности у здоровых беременных женщин. - Акуш. и гinek., 1971, № 6, с. 49-53.
13. Hamilton M.B., Hilary F.H. The cardiac output in normal pregnancy. - J.Obstetrics Gynaec.Brit., 1949, vol.56, N 4, p. 548-552.
14. Hare D.C., Karn M.N. An Investigation of Blood - pressure, Pulse - rate and the response to exercise during normal pregnancy and some observations after confinement. - Quart. J. Med., 1929, vol. 22, N 4, p. 381-404.
15. Hytten F.E., Leitch I. The Physiology of Human Pregnancy. Second edition. - Oxford Blackwell Scientific Publications, 1971, p. 69-90.
16. Weissler A.K., Carrard C.L. Systolik time intervals in cardiac disease ( I, II ). - In: Modern Concept of Cardiovascular Disease, 1971, vol. 40, N 1, p. 1-8.

SYSTOLIC TIME INTERVALS IN PREGNANCY  
IN RELATION TO THE PERIOD OF PREGNANCY AND WORKING  
CAPACITY OF THE ORGANISM

R. Linkberg

S u m m a r y

Myocardial function of 70 healthy pregnant women was investigated by taking into account the duration of pregnancy as well as the regular physical activity and working capacity of the organism. The electrocardiogram, phonocardiogram and sphygmogram were synchronously recorded with the aid of a polycardiograph. Systolic time intervals were analyzed according to Weissler. The obtained results showed that pregnancy leads to the decrease in myocardial contractility which becomes significantly evident during the second period of pregnancy. In addition this decrease is more pronounced in the groups of women with comparatively low physical work capacity.

## К ВОПРОСУ ОБ АУСКУЛЬТАТОРНОМ ФЕНОМЕНЕ БЕСКОНЕЧНОГО ТОНА

Э.А. Виру

Кафедра физического воспитания и спорта

Величины диастолического давления, определенные аускультаторно во время и после мышечной работы, как правило, ниже истинных. Появляются даже нулевые величины — феномен бесконечного тона /1-6/, впервые установленный в 1911 г. М.В. Яновским /7/. В настоящей работе проанализированы частота появления бесконечного тона и факторы, способствующие его возникновению у людей разной тренированности и различного возраста.

### Методика

В 1944 наблюдениях артериальное давление регистрировали аускультаторно во время и после различных физических упражнений. Измерения проводились с частотой 4-8 раз в минуту, используя для быстрого создания давления в манжете специальный насос, позволяющий достигать необходимого давления в манжете за 1-2 секунды. Диастолическое давление измеряли по резкому ослаблению тонов Короткова.

### Результаты исследования

У взрослых исследуемых при разных физических нагрузках феномен бесконечного тона появился в 8-58% случаев (табл. 1). У детей в возрасте 9-10 лет он не наблюдался, но отмечался у подростков 11-16 лет в 16-30% случаев (табл. 2). В дополнительных наблюдениях было установлено, что при напряженной работе у более тренированных лиц бесконечный тон появлялся чаще, чем у менее тренированных. Если у одних и тех же исследуемых одинаковая физическая нагрузка выполнялась до и после длительного (25-30 км) кросса, то на фоне значительного утомления вероятность появления бесконечного тона уменьшается.



Таблица I

Частота появления феномена бесконечного тона после выполнения различных физических нагрузок у взрослых

Нагрузка и контингент исследуемых	Кол-во исследуемых	Кол-во наблюдений	Частота бесконечного тона
I-минутный бег на месте в предельном темпе, члены сборных команд ЭССР	306	604	57%
Поднятие штанги, члены сборных команд ЭССР	12	76	8%
Гимнастические упражнения на снарядах, члены сборных команд ЭССР	40	176	6%
Бег на 100 и 400 м, студенты факультета физкультуры	13	24	12%
Плавание на 100 м, члены сборных команд ЭССР	54	231	34%
Работа на велоэргометре, 15 сек, студенты	146	160	22%
Работа на велоэргометре, 1 мин, студенты	20	43	12%
Работа на велоэргометре, 1 мин, лица среднего возраста	18	62	26%
Работа на велоэргометре, 3 мин, студенты	36	36	58%
Работа на велоэргометре, 5 мин, лица среднего возраста	18	38	37%
Работа на велоэргометре, 5 мин, студенты	146	164	29%

Для более подробного анализа условий появления названного феномена проводили наблюдения над 13 студентами физкультурного факультета. Каждый из них выполнял на велоэргометре 12 работ, отличающихся по длительности (30 сек, 1, 3 и 5 мин) и мощности (420, 600 и 1020 кгм/мин). Во время выполнения работы минимальное давление существенно не изменялось. В отличие от этого ряда случаев при двух более высоких ступенях мощности на 3-4 минуте минимальное давление падало до нуля. После окончания работы повышения минимального давления наблюдались после самой легкой работы. При более напряженных

Таблица 2

Частота появления феномена бесконечного тона после выполнения 20-35 приседаний у детей и подростков

Возраст	Мальчики		Девочки	
	кол-во иссле- дуемых	частота бес- конечного тона	кол-во иссле- дуемых	частота бес- конечного тона
9-10 л	26	0%	26	0%
11-12 л	26	16%	25	21%
13-14 л	27	26%	26	22%
15-16 л	26	30%	25	27%

работах доминировали случаи понижения минимального давления, причем при работах длительностью в 3-5 мин чаще, чем при работе длительностью в 30-60 сек появлялся феномен бесконечного тона (табл. 3).

Таблица 3

Частота появления феномена бесконечного тона у 13 студентов физкультурного факультета после различных нагрузок на велоэргометре

Мощность работы (кгм/мин)	Длительность работы			
	30 сек	1 мин	3 мин	5 мин
420	8%	0%	0%	17%
660	40%	42%	80%	67%
1020	23%	42%	80%	79%

Полученные данные не согласуются с мнением, что "бесконечный тон" свидетельствует о каких-либо нарушениях в организме /1, 3, 4/. Наши данные подтверждают мнение о связи этого явления со значительной мобилизацией функции сердечно-сосудистой системы /2, 5, 6/.

#### Вывод

Бесконечный тон появляется при значительной мобилизации функции сердечно-сосудистой системы и встречается чаще на фоне высокого уровня дееспособности этой системы.

## Л и т е р а т у р а

1. Зондзе А.К. О функциональных нарушениях нервной системы у спортсменов с феноменом бесконечного тона. - В кн.: Физическая культура и здоровье. М.: Медгиз, 1963, с. 142-147.
2. Кару Т.Э. Приложение корреляционного анализа при изучении воздействия повторных силовых нагрузок на гемодинамику у юных спортсменов: Автореф. дис. ... канд. мед. наук, Тарту, 1966. - 58 с.
3. Летунов С.П., Мотылянская Р.Е. Врачебный контроль в физическом воспитании. - М.: ФиС, 1951. - 408 с.
4. Лыхачевская Э.Ф. Изучение периферического звена аппарата кровообращения у спортсменов при разном состоянии тренированности. - В кн.: Проблемы врачебного контроля. - М.: ФиС, 1958, т. 4, с. 192-202.
5. Поручиков Е.А. Оценка феномена "бесконечный тон" при функциональных пробах сердечно-сосудистой системы во врачебно-спортивной практике. - Учен. зап. ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта, 1964, т. 9, с. 21-33.
6. Шестаков С.В., Фялковский А.В. Является ли нулевое минимальное давление показателем функциональной слабости сердечно-сосудистой системы. - Клин. мед. 1941, т. 19, № 1, с. 81-88.
7. Яновский М.В. Аномалии явлений Короткова в связи с вопросом о ритмических сокращениях сосудистой стенки. - Изв. ВМА, 1911, т. 22, № 1, с. 20-25.

## ABOUT AUSCULTATORY PHENOMENON OF ZERO-TONE

E. Viru

### S u m m a r y

The data collected in persons of various fitness levels and age (1444 observations) during the performance of short-term exercises showed that the auscultatory phenomenon of zero-tone is revealed in connection with the pronounced mobilization of cardiovascular system functions. This phenomenon occurs more frequently in persons with the high level of functional capacities of the cardiovascular system.

# **ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В ПРОЦЕССЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Н.И.Махова, В.Н.Кузнецова, Д.В.Кучеренко, И.В.Шубарев**  
**Лаборатория биокibernетики Института авиационного  
приборостроения, Ленинград.**

На основе теории системной интегративной деятельности мозга с использованием метода комплексного системного анализа показателей ЭЭГ исследовались синхронные изменения показателей качества работы и психофизиологических характеристик состояния оператора за период четырехчасовой непрерывной деятельности. Выявлены паттерны исследуемых характеристик на каждой фазе динамики работоспособности: вработывания, устойчивой работоспособности, полной компенсации утомления, прогрессирующего снижения работоспособности. Полученные данные могут быть использованы для прогнозирования надежности работы оператора в самозадаваемой системе слежения с инерцией.

**Ключевые слова:** психофизиологические характеристики функционального состояния человека-оператора, динамика работоспособности, кортикальная активационная структура.

## **Введение**

Согласно современной нейрофизиологии мозговое обеспечение деятельности складывается из двух основных сторон - это прежде всего собственно механизмы реализации конкретной деятельности, отражающейся в формировании определенной многозвеньевой системы мозга в целом с различными звеньями - "жесткими", постоянно участвующими в реализации данной деятельности и "гибкими", включающимися и выключающимися при изменении условий деятельности или функционального состояния мозга /1/. Вторая не менее важная сторона - определенный уровень функционального состояния, или функциональный фон мозга, являющийся отражением общих гомеостатических реакций поддержания постоянства внутренней среды организма, регулируемый влияниями внешней среды и мотивационно-эмоциональной

сферой человека /6/.

Одним из наиболее адекватных приемов изучения мозгового обеспечения деятельности является исследование динамики изменения биопотенциалов коры мозга.

В настоящей работе использован комплексный подход к оценке эффективности деятельности оператора: при определении текущей работоспособности и надежности учитывались одновременно и показатели качества работы оператора и психофизиологические характеристики его функционального состояния.

Деятельность оператора в системе слежения в наших экспериментах усложнялась наличием значительной инерции и задержки в контуре со зрительной обратной связью, а также "самозадаваемость" системы.

Наличие инерции и задержки в замкнутом контуре регулирования со зрительной обратной связью приводит к тому, что оператор не имеет достаточно точных сведений о результатах своих действий. Как показано в работе /3/, введение в контур управления даже небольшой (0,2-0,5 с) задержки приводило к достоверному увеличению "площади ошибки" как в начальной стадии обучения, так и у хорошо обученных операторов. При увеличении времени задержки до I с резко возрастали величина и дисперсия ошибки, причем зависимость их от величины задержки приобретала явно нелинейный характер.

### Методика

На вход подавалась нерегулярная кривая, которая была записана на магнитную ленту. Частота входного сигнала менялась по случайному закону от  $18^{-1}$  до  $22^{-1}$  Гц. Выход записывался синхронно с записью основных психофизиологических характеристик состояния оператора - электроэнцефалограммы, электроокулограммы.

Оператор должен был удерживать результирующее напряжение в пределах допуска, компенсируя его отклонение с помощью штурвала, соединенного с потенциометром. Коррекции напряжения, вносимые оператором через потенциометр, накладывались на исходное напряжение с задержкой от 4 до 14 с и результирующее напряжение снова подавалось на вход. Зрительная обратная связь в системе "установка-оператор" реализовывалась с помощью стрелочного индикатора, на котором оператор мог видеть результаты своих предыдущих действий, кроме действий, произведенных в течение нескольких ближайших прошлых секунд

(именно их количество равно времени задержки). Допуск равнялся тридцати делениям шкалы стрелочного индикатора. Длительность работы оператора составляла четыре часа. Испытуемыми были мужчины в возрасте 22-26 лет (всего 17 человек), ни один из них не обладал навыками слежения. Всего проведено 34 эксперимента.

Для оценки эффективности работы операторов нами был введен ряд показателей качества работы. Все эти характеристики приведены к определенному временному интервалу - "время пробы". Этот интервал обозначен  $\tau$ ; длина его (т.е.  $1/\tau$ ) также обозначена  $\tau$ .

1. Относительное время нахождения в пределах узкого допуска ( $t_\delta$ ), - исходя из смысла задачи задается "узкий допуск" - узкая  $\delta$  - окрестность нуля шкалы:

$$t_\delta = \frac{1}{\tau} \int f_\delta(f_r(t)) dt \cdot 100\%$$

Здесь  $f_r(t)$  - кривая результирующего напряжения,

$f_\delta(f) = (1 - \text{при } |f| < \delta); 0 - \text{в противном случае.}$

2. Коэффициент эффективности слежения ( $K_{\text{эф.}}$ )

$$K_{\text{эф}} = \frac{\tau}{S} \cdot \exp\left(3 \cdot \frac{\Delta \varphi}{\Delta_{\text{max}} \varphi}\right) \cdot 100\%$$

где:  $S = \int_0^\tau |f_r| dt$  - длина дуги кривой результирующего напряжения  $f_r(t)$  над "интервалом пробы"  $\tau$ ;

$\Delta \varphi = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau |f_r(t)| dt$  - среднее отклонение результирующего напряжения за время пробы;

$\Delta_{\text{max}} \varphi$  - максимально допустимое отклонение результирующего напряжения.

Коэффициент  $K_{\text{эф}}$  для наглядности выражается в процентах.  $K_{\text{эф}} = 100\%$  в "идеальном случае", когда  $S = \tau$  (нет "раскачивания" системы) и  $\Delta \varphi = 0$ ; он особенно резко падает, когда  $\Delta \varphi \geq \Delta_{\text{max}} \varphi$ . Таким образом,  $K_{\text{эф}}$  отражает степень близости слежения к оптимальному.

3. Коэффициент плавности ( $K_n$ ) на интервале  $\tau$ .

$$K_n = \left( \int_0^\tau ds [f_r(t)] \right) / \left( \int_0^\tau ds [g(t)] \right)$$

Здесь  $ds[f_R(t)]$  - элемент длины дуги исходной кривой  $f_R(t)$ ,  $ds[g(t)]$  - механограммы руки  $g(t)$ . Этот введенный нами коэффициент отражает существо работы оператора в самозадаваемой системе с инерцией: чем больше лишних, преувеличенных или ошибочных корректур вносит оператор, тем более затрудняет он сам себе процесс регулирования, "раскачивая" систему. При отсутствии лишних, преувеличенных или ошибочных корректур  $K_p \approx 1$ .

4. Среднеквадратическая ошибка отклонения ( $\sigma$ ) на интервале  $T$ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (f_R(t) - m)^2 dt}, \quad \text{где } m = \frac{1}{T} \int_0^T f_R(t) dt$$

5. Надежность ( $h$ ).

$$h = (1/\sqrt{1 + \sigma^2}) 100\%$$

Здесь  $\sigma$  - среднеквадратическая ошибка: единицей измерения линейной величины ошибки была половина величины максимального допуска системы.

Для регистрации ЭЭГ использовалась множественная одно-временная запись биопотенциалов от разных областей коры головного мозга: префронтальной, нижнелобной, нижнетеменной и затылочной. Бралась монополярные отведения от симметричных точек левого и правого полушарий; индифферентные электроды помещались на мочки ушей.

Нами использовался метод комплексного системного анализа показателей ЭЭГ. Наряду с визуальным анализом электроэнцефалограммы, который, как известно, "до настоящего времени является основным при проведении клинических и психофизиологических исследований" /5/, производился расчет локальной активации по фоновой ЭЭГ и системных показателей градиентов активации.

Для оценки локальной активации был введен коэффициент, который рассчитывался как соотношение скрытых периодов реакции (СПР) синхронизации и десинхронизации альфа-ритма в ходе функциональных проб на закрывание (ЗГ) и открывание (ОГ)

$$\text{глаз: } K = \frac{\text{СПР на ЗГ}}{\text{СПР на ОГ}}.$$



В качестве системных показателей градиентов активации использовались два нормированных пространственных показателя: коэффициент фронтально-окципитальной асимметрии ( $K_a^{\Phi}$ ), характеризующий величину и устойчивость градиента активации в лобно-затылочном направлении; и коэффициент билатеральной асимметрии ( $K_a^{\delta}$ ), характеризующий величину и устойчивость градиента активации в межполушарном направлении в различных зонах. Формула их расчета следующая:

$$K_a^{\Phi(\delta)} = \frac{A - B}{A + B},$$

где А - активация передних (либо левых) зон;

В - активация задних (либо правых) зон коры головного мозга /4/.

ЭКГ записывалась в третьем стандартном отведении. Для оценки частоты сердечных сокращений измеряли интервал  $R-R$ .

Электроокулограмма ЭОГ использовалась для оценки частоты векодвигательной реакции (ВДР). Электроды для записи ВДР помещались по вертикальной оси глазного яблока на верхнем и нижнем крае орбиты глаза.

Результаты исследования обрабатывались на ЭВМ ЕС-1020.

#### Результаты и их обсуждение

Перед работой, в состоянии оперативного покоя, у всех испытуемых в ЭЭГ наблюдалось некоторое преобладание активации передних зон и левого полушария, что отражалось в преобладании частых ритмов в переднелобных зонах, а альфаритма - в задних зонах и правом полушарии. Это соответствует нормальному активному состоянию коры головного мозга. Во время работы наблюдались значительные изменения частотно-амплитудных характеристик ЭЭГ.

Период вработывания в наших экспериментах длился первые 20 мин работы. Этот период характеризовался постепенным повышением показателей качества работы при значительном их колебании. На рис. 1 воспроизведена работа испытуемого в этот период. Механограмма отражает неоправданно частые движения рук, в результате чего возникает "раскачка" системы - коэффициент плавности очень низкий.

В период вработывания отмечались сравнительно низкие значения показателей качества работы испытуемых-операторов:

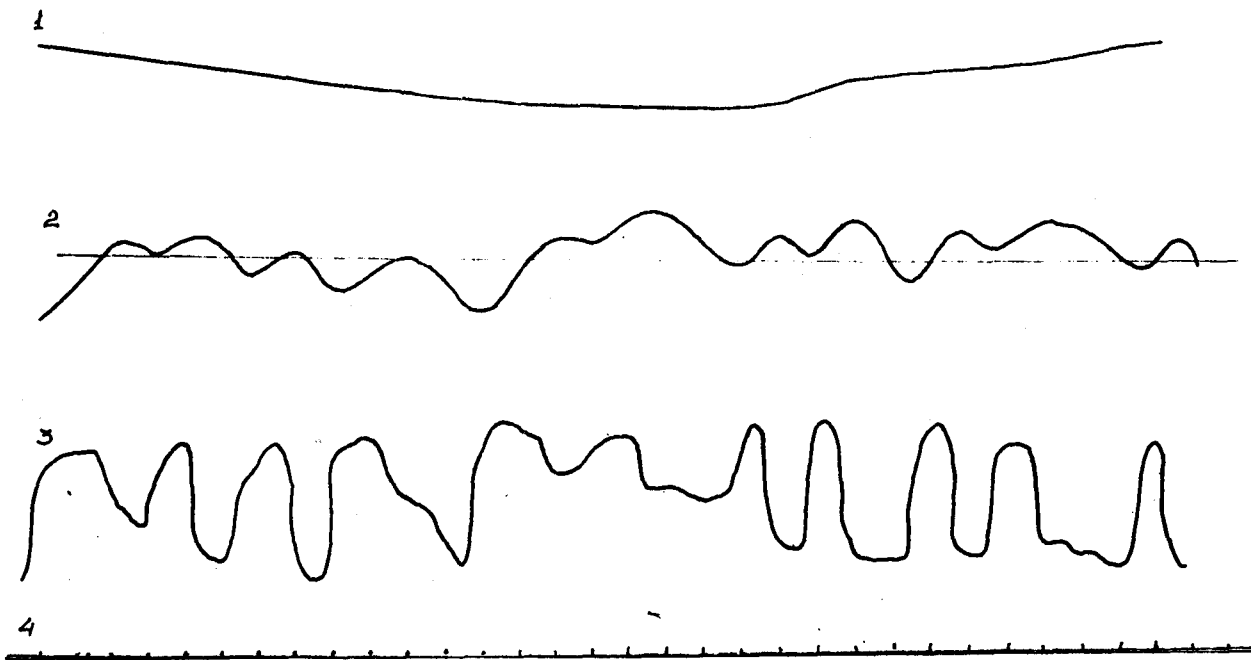


Рис. I. Образец записи в период вращивания.

Условные обозначения: 1 - исходная кривая; 2 - кривая ошибок; 3 механограмма; 4 - отметка времени (с).

относительное время нахождения в пределах узкого допуска (в среднем 78%); коэффициент эффективности слежения (67%); плавность слежения (0,56%); надежность работы (85%); среднеквадратическая ошибка слежения - максимальная за весь период работы (0,42).

В течение первых семи-десяти минут слежения (ознакомление с характером работы) у всех испытуемых отмечен относительно одинаковый тип кортикальной активационной структуры (КАС), характеризующийся возрастанием общей активации коры головного мозга, усилением лобно-затылочного и билатерального градиентов. При этом наиболее выражено было возрастание активации левых передних и правых задних областей неокортекса, при значительном преобладании активации левой лобной области. По мере адаптации наблюдалось постепенное снижение активации левой лобной области и усиление активации нижнетеменной зоны правого полушария.

Фаза устойчивой работоспособности охватывала период работы в среднем от 20-й до 140-й мин. Все показатели качества работы в этот период были наиболее стабильны и близки к максимальному уровню: относительное время нахождения в пределах узкого допуска составляло 93-98%; коэффициент эффективности слежения - 0,86-0,90%; плавность слежения - 0,85-0,94; среднеквадратическая ошибка слежения - минимальная за весь период работы (0,18-0,15). Величина показателя надежности была наиболее стабильной и находилась в пределах своего максимального значения (97-98%). Работа оператора в период устойчивой работоспособности представлена на рис. 2. Лишних ошибочных движений руки почти нет. В этот период у всех испытуемых наблюдалось постепенное снижение общего уровня кортикальной активации, уменьшение активации лобных зон, переход фокуса максимальной активации (ФМА) в нижнетеменные и затылочные зоны правого полушария.

Фаза полной компенсации утомления в наших экспериментах длилась в среднем от 140-й до 180-й мин. Обычно фазой полной компенсации утомления считают такой период работы, когда психофизиологические показатели функционального состояния указывают на явные признаки начального утомления, а показатели качества и продуктивности работы остаются на прежнем уровне. В нашем случае некоторое снижение рабочих характеристик началось почти одновременно с появлением первых признаков утомления по психофизиологическим показателям. Наиболее заметным было снижение таких рабочих характеристик, как

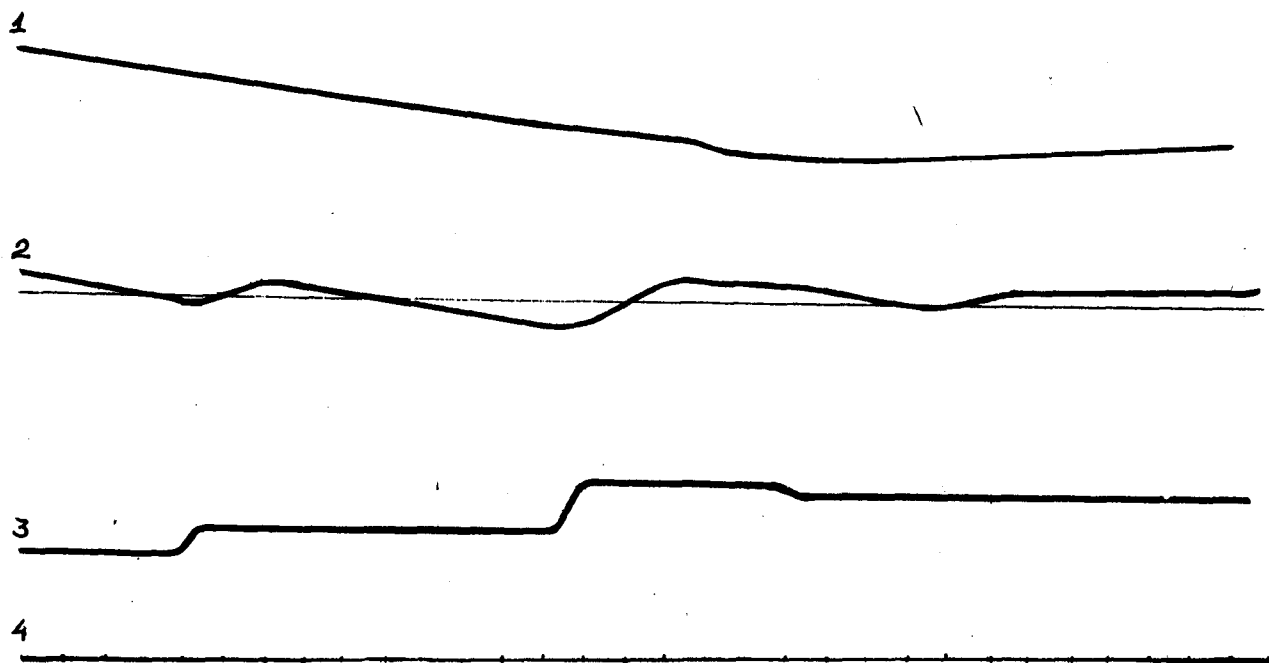


Рис. 2. Образец записи в период устойчивой работоспособности.  
Условные обозначения: 1 - исходная кривая; 2 - кривая  
ошибок; 3 - механограмма; 4 - отметка времени (с).

коэффициент эффективности слежения, коэффициент плавности слежения. Величина показателей надежности оставалась на достаточно высоком уровне (93%).

В этот период в ЭЭГ операторов периодически появлялись вначале краткие, а затем все более длительные (до 3 с) всплески альфа-ритма. Чаще всего они были локализованы в левых лобных зонах и нижнетеменных и затылочных зонах правого полушария.

Фаза неустойчивой компенсации утомления по результатам исследования охватывала период от 180-й до 220-й мин. Показатели ЭЭГ операторов в этот период работы свидетельствовали о нарастающем утомлении: появление на фоне работы серий высокоамплитудных замедленных волн (7-4 кол/с); однако, величина показателя надежности работы операторов оставалась на достаточно высоком уровне (90%).

Последние 20 мин работы были выделены нами в особый период прогрессирующего снижения работоспособности - главным образом на основе данных ЭЭГ. В этот период отмечено разрушение структуры доминирующего ритма ЭЭГ, снижение лобно-затылочного и межполушарного градиентов активации при дезактивации большинства зон коры головного мозга на фоне значительного снижения качества работы.

Величина надежности работы была ниже границы оптимума. Наблюдалось резкое снижение величины относительного времени нахождения в пределах узкого допуска: на 57% ниже максимального уровня и на 44% ниже, чем в конце предыдущей фазы.

Изменения показателей длительности сердечного цикла (интервал R - R и частоты вековдвигательной реакции (ВДР) были типичными для такого рода напряженной операторской деятельности: величина интервала R - R снижалась к концу работы на 18-20% в сравнении с фоновыми данными, частота ВДР возрастала в 2,1-2,3 раза в сравнении с фоновыми данными.

Результаты нашего исследования подтверждают точку зрения [5], согласно которой для оценки эффективности и надежности работы оператора необходимо учитывать не только показатели качества работы, но и значения психофизиологических параметров функционального состояния.

В результате исследования установлено, что в процессе деятельности оператора в системе слежения возникают общие и локальные изменения биоэлектрической активности мозга. Общие изменения отражают повышение уровня активности мозга в начальный период работы и качественное изменение кортикальной

активационной структуры в период утомления. Локальные изменения строго специфичны для исследуемого вида деятельности и коррелируют с этапом работы.

Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования надежности работы оператора в самозадаваемой системе слежения с инерцией.

### Л и т е р а т у р а

1. Бехтерева Н.П. Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека. - Л.: Наука, 1971. - 239 с.
2. Бодров В.А., Медведев В.И. Анализ психофизиологических и психологических характеристик оператора. - В кн.: Инженерная психология. М.: Наука, 1977. - 304 с.
3. Волков В.Г., Зингерман А.М., Лебедева Н.Н. Психофизиологическая структура деятельности оператора в инерционных системах управления. - В кн.: Аппаратура и методические вопросы нейрофизиологического эксперимента. М.: Наука, 1976. - 106 с.
4. Павлова Л.П. Мозговое обеспечение процесса формирования деятельности. - Физиол. человека, 1979, т. 5, № 6, с. 724-730.
5. Проблемы космической биологии. - М.: Наука, 1984, т.48. - 264 с.
6. Фролов М.В. Состояние и его основные переменные. - В кн.: Методика и техника психофизиологических исследований операторской деятельности. М.: Наука, 1984. - 102 с.

DYNAMICS OF THE ELECTROPHYSIOLOGICAL PARAMETERS  
OF THE HUMAN OPERATOR'S FUNCTIONAL STATE  
AND PERFORMANCE CHARACTERISTICS IN THE  
PROCESS OF A CONTINUOUS ACTIVITY

N. I. Mahova, V. N. Kuznetsova,  
G. V. Kucherenko, I. V. Shuberev

S u m m a r y

Synchronous changes of qualitative indices and psychophysiological characteristics of a human operator state during a fourhour continuous activity were determined. Patterns of characteristics estimated at each dynamics phase capacity were found. The data obtained may be used in forecasting the human operator's work reliability in the predetermined internal tracing system.

## ДИНАМИКА БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЫШЦ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ГИМНАСТОВ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ЦИКЛЕ

Т.Е. Кумс

Кафедра физиологии спорта

Спортивная гимнастика как один из сложнокоординационных видов спорта предъявляет повышенные требования к нервно-мышечному аппарату спортсмена. Основная отличительная особенность двигательной деятельности здесь заключается в необходимости проявления в различных сочетаниях всех имеющихся режимов работы мышц и их разновидностей. Отсюда ясно, насколько важна способность к четкой, координированной работе мышц для каждого конкретного движения, как нужно обладать необходимостью для этого вида спорта хорошей скоростно-силовой подготовленностью.

Отразить же уровень развития этих физических качеств в тренировочном процессе могут биомеханические свойства мышц /18/. Они являются одной из предпосылок, за счет которой спортсмен способен реализовать свои скоростно-силовые качества в технической подготовке и обеспечить достижение высшего спортивного результата.

Биомеханические свойства нервно-мышечного аппарата в значительной мере зависят от его функционального состояния /14, 16, 19/. Так, при утомлении происходит значительное возрастание демпфируемости /9, 14/. При снижении запасов АТФ мышца становится менее растяжимой /14/. С ростом проявляемой силы жесткость мышц увеличивается /2/.

По данным некоторых авторов /8, 11/ время расслабления и скорость перехода мышц в напряжение не одинаково. Время расслабления у нетренированных лиц значительно длиннее, чем скорость перехода мышц в напряжение. У высококвалифицированных спортсменов, наоборот, время напряжения мышц длиннее времени расслабления. Тренировка, а также разминка значительно сближают временную разницу напряжения и расслабления мышц. При интенсивной работе, а также в конце тренировки наблюдается удлинение времени расслабления /8/.



Исследованием /17/ установлено, что при больших значениях показателя демпфируемости напряженной мышцы требуется гораздо больше времени для освобождения ее от напряжения. Этот показатель может быть информативным для оценки скорости расслабления мышцы после произвольного напряжения, что имеет важное значение для диагностики функционального состояния мышц антагонистов при определенном движении. Если их состояние плохое (скорость их растяжимости ниже, чем скорость сокращения синергиста), то в таком случае может произойти разрыв мышечной ткани. "... ухудшение демпферных свойств сопровождается мышечными травмами, уменьшением метаболизма и скорости одиночных движений" /5/.

Имеется ряд исследований, изучающих влияние спортивных упражнений на упруго-вязкие свойства мышц /3, 9, 10/. Так, Гриммальский, исследуя влияние гимнастических упражнений на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата /9/, пришел к заключению, что показатели упруго-вязких свойств мышц связаны не только с работоспособностью, но и с качественными особенностями выполнения движений, с их частотой, точностью, результативностью. Связь биомеханических свойств мышц с результативностью в легкой атлетике, спортивной гимнастике была исследована и другими авторами /4, 13, 21/. Установлено, что на спортивном результате в основном отражаются демпферные свойства мышц, в особенности двуглавой мышцы бедра. Это самая чувствительная на физическую нагрузку мышца /10/. Есть исследования /12, 15/, в которых выявлена зависимость показателя упругости мышц от величины и направленности тренировочной нагрузки, а также твердости грунта и рельефа местности в легкоатлетическом беге. А при исследовании техники акробатических прыжков /20/ выявлено, что эффективность отталкивания на сальто зависит в основном от показателей демпфируемости напряженной и расслабленной передней большеберцовой мышцы. Проведено исследование динамики изменения биомеханических свойств мышц у юных легкоатлетов в подготовительном периоде /18/.

Целью нашей работы было изучить динамику состояния нервно-мышечной системы (НМС) у гимнасток в тренировочном цикле. При этом мы предполагали, что:

а) биомеханические свойства НМС позволяют следить за изменениями, происходящими в скоростно-силовой подготовленности гимнасток;

б) динамика изменения биомеханических свойств мышц поз-

волит оценить тренированность нервно-мышечного аппарата спортсменов.

### Методика исследования

При исследовании пользовались разработанными в ТТУ методикой и полуавтоматической установкой для измерения упруго-вязких свойств поверхностных скелетных мышц /6, 7/. Регистровали электромиотонограммы следующих расслабленных и напряженных мышц: 1) передняя большеберцовая мышца; 2) латеральная головка икроножной мышцы; 3) двуглавая мышца бедра; 4) прямая мышца бедра; 5) двуглавая мышца плеча; 6) трехглавая мышца плеча.

Вычисляли показатели жесткости  $\nu_p$ ,  $\nu_n$  и демпфирования  $\theta_p$ ,  $\theta_n$  расслабленных и напряженных мышц.

В эксперименте участвовали 4 высококвалифицированные гимнастки: 2 МС и 2 КМС в возрасте 14–18 лет. Измерения проводили во время второй тренировки после разминки. Обработка данных производилась на ЭВМ по специальной программе. Проведено четырехразовое обследование в период подготовки спортсменов к ответственным соревнованиям.

### Результаты исследования и их обсуждение

При анализе графиков динамики средних показателей жесткости и демпфирования расслабленных и напряженных мышц за период обследования обнаружены изменения этих параметров. Наибольшим изменениям за исследуемый период подвергался показатель демпфирования расслабленных мышц. Затем следует показатель жесткости напряженных мышц. Графики жесткости расслабленных мышц и демпфирования напряженных носят ровный и однонаправленный характер. Переломным моментом в динамике большинства графиков является февраль месяц, где происходит изменение направленности большинства параметров.

Динамике жесткости расслабленных мышц  $\nu_p$  свойствен ровный и однонаправленный характер (см. графики). Некоторый рост она имеет в феврале и после некоторого спада в апреле, возрастает в июле месяце, однако довольно незначительно по сравнению с исходным уровнем. Это говорит о том, что функциональное состояние всех исследуемых нами мышц (как антагонистов в определенном движении) улучшается в апреле и ухудшается в июле. Изменение его наблюдается в незначительных пределах.

Иную картину представляют графики динамики изменения жёсткости напряженных мышц  $V_{н.}$ . Этот параметр у всех мышц снижается в феврале и носит однонаправленный характер. В апреле и июле однонаправленность исчезает, и жёсткость при напряжении у разных мышц ведет себя по-разному.

С февраля у мышц верхней конечности и задней поверхности бедра показатель  $V_{н.}$  имеет тенденцию к снижению. У двуглавой мышцы бедра он уменьшается на 1.58 Гц/. Это самый низкий показатель  $V_{н.}$  за весь период исследования. А у мышц голени и передней поверхности бедра происходит в то же время рост этого параметра, особенно интенсивен он у прямой мышцы бедра, где  $V_{н.}$  возрастает на 2.87 Гц/ по сравнению с исходным уровнем. В июле тенденция роста продолжается у мышц голени и задней поверхности бедра.

Из вышеизложенного следует, что изменения в динамике жёсткости мышц при напряжении  $V_{н.}$  с февраля месяца, очевидно, связаны с увеличением объема тренировочных нагрузок в этот период, что согласуется и с литературными данными [15, 18]. Еще раз подтверждается факт, что наиболее чувствительна к тренировочной нагрузке двуглавая мышца бедра, к ней добавляется еще и передняя большеберцовая мышца, уровень функционирования которой находится на более высоком исходном уровне.

Кроме того, исследование дало информацию о силовой подготовленности гимнасток за этот период. Как выясняется, силовые свойства мышц у них находятся на относительно низком уровне в январе-феврале, зато уже с апреля уровень силовой подготовленности улучшается, достигая своего пика к июлю месяцу. На относительно высоком уровне находится силовой показатель мышц: передней большеберцовой, двуглавой мышцы бедра и прямой мышцы бедра.

Хорошую силовую подготовку в этот период имела гимнастка С.А., средний показатель  $V_{н.}$  которой находился на 0.82 Гц/ выше среднего для всей группы. А К.Г. отстает по силовой подготовке, об этом говорит показатель жёсткости  $V_{н.}$ , который у нее ниже среднего всей группы на 2.46 Гц/.

Для динамики демпфирования расслабленных мышц  $V_{р.}$  как и  $V_{н.}$  характерна однонаправленность, хотя уровень показателя для разных мышц колеблется в довольно широком диапазоне от 0.62 (передняя большеберцовая мышца, в апреле) и до 2.19 (двуглавая мышца бедра, в феврале), что, по-видимому, обусловлено функциональными особенностями исследуемых мышц.

В феврале наблюдается резкий подъём демпферных свойств всех расслабленных мышц. После этого уже к апрелю происходит спад, который продолжается и в июле. Уровень данного показателя в этот период опускается ниже исходного. Очевидно, скачивается изменение объема тренировочных нагрузок.

Динамика изменения демпферных свойств напряжённых мышц  $\theta_{н.}$  в отличие от жёсткости имеет тоже однонаправленную и относительно ровную тенденцию. Исключение составляют две мышцы: трёхглавая мышца плеча и двуглавая мышца бедра, которые имеют другой характер динамики, зависящий, очевидно, от их специфических особенностей. Если в период с января по февраль показатель  $\theta_{н.}$  у всех мышц падает ниже исходного уровня, то у этих двух мышц имеет тенденцию роста, достигая максимума в феврале, средний показатель  $\theta_{н.}$  для группы соответственно  $1.08 \pm 0.30$  и  $1.12 \pm 0.21$ , а к апрелю резко падает. У остальных мышц же к апрелю наблюдается некоторый подъём демпферных свойств. В целом можно сказать, что в феврале у всех исследуемых нами мышц наблюдался рост скоростных свойств. Об этом свидетельствует и разница декрементов  $\Delta \theta = (\theta_{р.} - \theta_{н.})$ , средний показатель которой в этот период составил 0.89 единиц. Ухудшение скоростных свойств наблюдается уже с апреля, достигая в июле уровня ниже исходного,  $\Delta \theta$  наименьшая составляет только 0.15 единиц.

Можно предполагать, что изменение направленности тренировочного процесса в апреле привело к снижению скоростных свойств мышц у испытуемых спортсменов.

Учитывая вышеизложенное, мы не можем выделить гимнастку, которая бы имела отличную скоростную подготовку по всем мышцам. Сравнительно низкие скоростные показатели гимнастики всей группы имели по отдельным мышцам.

Анализируя выступление спортсменок на Спартакиаде 83 года, нужно отметить, что здесь было получено одно из последних мест. По сумме баллов лучшей была К.М., которая по нашим данным имела сравнительно хорошую общую скоростно-силовую подготовку. Предыдущими исследованиями установлено, что на спортивный результат особенно сильно влияют демпферные свойства двуглавой мышцы бедра. У гимнастки К.М. названная мышца имела в течение всего исследуемого нами периода низкие показатели  $\theta_{н.}$ , что говорит о ее плохой скоростной подготовке. Средний показатель  $\theta_{н.}$  двуглавой мышцы бедра за исследуемый период у К.М. на 0.39 единиц выше среднего значения для всей группы. Картина скоростной подготовки по другим мышцам

у этой спортсменки выглядит несколько иначе, но в целом уровень функционального состояния мышц у К.М. не благоприятствует в исследуемый период достижению высокого спортивного результата. Это подтверждается фактом, что на ответственных соревнованиях она не попала в число финалистов.

На основе всего сказанного можно заключить, что за исследуемый нами период с января по июль у гимнасток наблюдался некоторый рост тренированности относительно силовых свойств (жесткость расслабленных мышц снижается, или остается без изменения, а напряженных - возрастает), это согласуется и с литературными данными /1/. Зато в росте скоростных свойств после февраля происходит резкий спад. Это отражается в резком падении  $\theta_p$  в апреле месяце, где разница в показателях демпферных свойств имеет сравнительно низкие значения, на 0.34 единицы ниже среднего уровня.

Из вышеприведенного материала вытекает, что биомеханические свойства мышц могут отразить функциональное состояние нервно-мышечной системы гимнасток, по данным которой можно косвенно судить о тренированности спортсменок относительно скоростно-силовых свойств их мышц. Имея данные о состоянии биомеханических свойств мышц, тренер будет иметь возможность сознательно управлять тренировочным процессом, что является одним из резервов в дальнейшем совершенствовании спортивного мастерства.

### Выводы

1. В скоростно-силовой подготовке испытуемых гимнасток обнаружена диспропорция. Рост скоростных свойств исследуемых мышц отстает от роста силовых свойств.

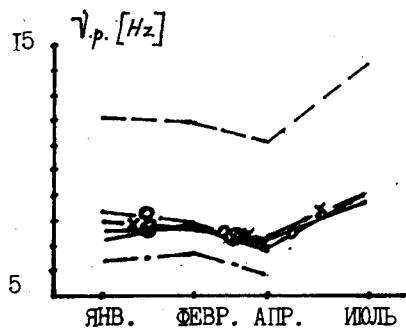
2. Динамика развития скоростных свойств мышц более чувствительна к нагрузкам, чем динамика развития силовых свойств. В особенности это касается показателей декрементов напряженных мышц.

3. Проведенный анализ указывает на одну из возможностей контроля за динамикой развития скоростно-силовых качеств спортсмена в тренировочном процессе.

## Л и т е р а т у р а

- I. Аруин А.С., Волков Н.И., Зацiorский В.М. и др. Влияние упругих сил мышц на эффективность мышечной работы. - Физиол. человека, 1977, т. 3, № 3, с. 519-525.
2. Аруин А.С., Зацiorский В.М. и др. Эквивалентные биомеханические характеристики мышц голеностопного сустава. - Физиол. человека, 1978, т. 4, № 6, с. 1072-1078.
3. Атаманов В.В., Дариданова А.В., Ионов Д.П. и др. О значении физиологической оценки тренировочных циклов. - В кн.: Физиологическая характеристика высокой работоспособности спортсменов. М.: 1966, с. 13-14.
4. Вайн А.А. Связи между биомеханическими свойствами мышц и спортивными результатами у квалифицированных легкоатлетов в пятиборье. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1980, вып. 525, с. 3-4.
5. Вайн А.А. Индивидуализация процесса развития скоростно-силовых качеств у квалифицированных спортсменов. - Тезисы докл., научн. конф. Минск: Полымя, 1982, с. 14.
6. Вайн А.А. Критерий оценки жесткостных и демпферных свойств периферических скелетных мышц спортсменов. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1984, вып. 668, с. 68-76.
7. Вайн А.А., Хумаль Л.А. Полуавтоматическая установка для измерения упруго-вязких свойств мышц. - Тезисы докл. Всесоюзн. научн. конф. "Электроника и спорт". М., 1979, с. 45.
8. Волков В.М. Восстановительные процессы в спорте. - М.: ФиС, 1977, № 26, с. 24-29.
9. Гримальский. Влияние спортивных упражнений на упруго-вязкие свойства мышц. - В кн.: Физиологические основы управления движениями/Под ред. Ф.М.Талышева. М., 1977, с. 144, с. 243-147.
10. Крачевский Н.И. Влияние механических свойств скелетных мышц на травматизм спортсменов. - В кн.: Основные проблемы физической культуры и спорта. М., 1978, с. 76-78.
- II. Крестовников А.Н. Очерки по физиологии физических упражнений. М., 1951, с. 279-296.

12. Куузе Л.Л., Вайн А.А. Динамика биомеханических свойств периферических мышц у бегунов. - Тезисы XXI Респ. научн. конф. по физкультуре и спорту. Тарту, 1981, с. 36-40
13. Кумс Т.Е. Биомеханические свойства мышц, как один из критериев подготовленности гимнасток высших разрядов. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1984, вып. 668, с.95-104.
14. Механические свойства мышечных волокон. - В кн.: Физиология мышечной деятельности, труда и спорта: Руководство по физиологии. Л.: Наука, 1969, с. 30.
15. Монастырский М.И. Тренировочные нагрузки и биомеханические свойства мышц бегунов на средние и длинные дистанции. - Тезисы докл. III Всесоюз. научн. конф. по проблемам биомеханики. Рига, 1983, т. 2, с. 136-137.
16. Пахомова Т.Г. О взаимосвязи между твердостью, силой и биоэлектрической активностью мышц человека: Дис. ... канд. биол. наук. Л., 1973.
17. Пяэсукке М.А., Вайн А.А. Роль демпферных свойств мышц в процессе расслабления после максимального произвольного напряжения. - Тезисы докл. науч. конф. Каменец-Подольский, 1981, с. 33-34.
18. Пяэсукке М.А., Вайн А.А. Динамика изменения биомеханических свойств мышц у юных легкоатлетов в подготовительном периоде. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1984, вып. 668, с. 77-87.
19. Федоров В.Л., Васюков Г.В. Особенности физических свойств скелетных мышц при их напряжении и расслаблении. - В кн.: Проблемы физиологии спорта. - М.: ФиС, 1967, с. 53-58.
20. Хейн В.Э., Вайн А.А. Роль биомеханических свойств мышц в механизме отталкивания при исполнении сальто назад. - Теория и практ. физ. культуры, 1983, № 4, с. II-13.



--- передняя большеберцовая м-ца;

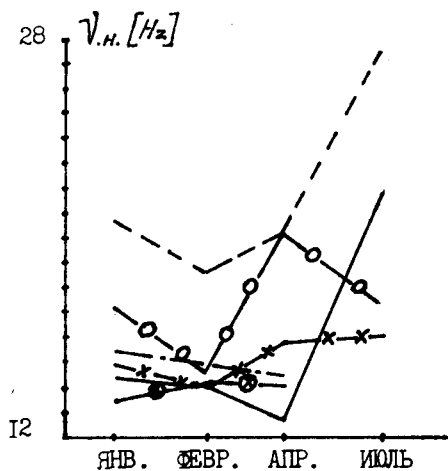
—●— двуглавая м-ца плеча;

—X— латеральная головка икроножной м-цы;

—O— прямая м-ца бедра;

—·— трёхглавая м-ца плеча.

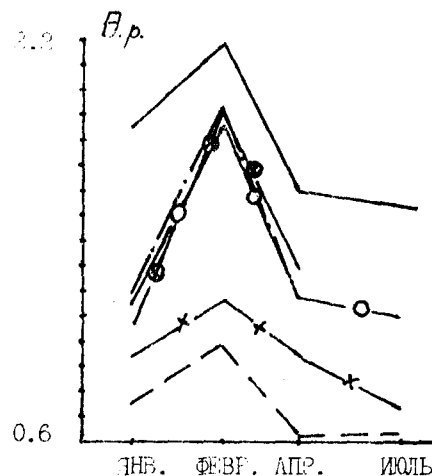
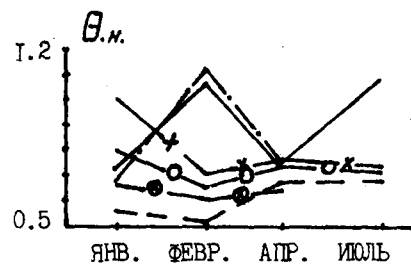
ра;



Динамика средних показателей жёсткости расслабленных и напряжённых мышц.

Рис. I.





- передняя большеберцовая м-ца;    —x— латеральная головка икроножной м-цы;    — двуглавая м-ца бедра;  
 —o— двуглавая м-ца плеча;    —o— прямая м-ца бедра;  
 -.-.- трёхглавая м-ца плеча.

Динамика средних показателей демпфирования расслабленных и напряжённых мышц.

Рис. 2.

# DYNAMIK DER BIOMECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN DER MUSKELN DER TURNERINNEN HÖHERER LEISTUNGSKLAS- SEN IM TRAININGSZYKLUS

T. Kums

## Z u s a m m e n f a s s u n g

Mit Hilfe der elektromyotonometrischen Methode wurden biomechanische Eigenschaften der Muskeln der Turnerinnen höherer Leistungsklassen im Trainingszyklus untersucht.

Die Untersuchungsergebnisse lassen folgende Schlußfolgerungen zu:

- 1) In der Schnellkraftsvorbereitung der untersuchten Turnerinnen wurde eine Disproportion festgestellt. Der Anwachs der Schnelligkeitsfähigkeiten bleibt hinter dem Anwachs der Kraftfähigkeiten der untersuchten Muskeln zurück.
- 2) Die Entwicklungsdynamik der Schnelligkeitsfähigkeiten läßt sich mehr durch die Trainingsbelastung beeinflussen als die Entwicklungsdynamik der Kraftfähigkeiten.
- 3) Die vorliegende Untersuchung zeigt, daß durch elektromyotometrische Methode, die Entwicklungsdynamik der Schnellkraftsfähigkeiten des Sportlers im Trainingsprozeß verfolgt werden kann.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПСИХОРЕГУЛЯЦИИ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ПОВТОРНОЙ РАБОТЕ

С.М. Оя, Т.Х. Сиккут

В современном спорте проблема восстановления так же важна, как и сама тренировка, поскольку невозможно достичь высоких результатов только за счет увеличения объема и интенсивности нагрузок. В связи с этим методы восстановления и снятия утомления у спортсменов приобретают первостепенное значение /1/.

В комплекс восстановительных мероприятий входят самые разнообразные средства и особое значение приобретает изучение закономерностей восстановительных процессов, характера утомления и методов, повышающих эффективность восстановления. Умелое сочетание всех форм восстановления на различных этапах учебно-тренировочного процесса дает возможность избежать неблагоприятных последствий от тренировочных и соревновательных нагрузок /2/.

Основная задача спорта как специфического рода деятельности - достижение определенных спортивных результатов с помощью психофизического совершенствования. Спортивная деятельность представляет собой удобную модель для познания закономерностей управления и самоуправления деятельностью человека /3/.

В механизме управления деятельностью человека ведущим звеном, определяющим качественное своеобразие явления, служат высшие психические функции. Именно различные психические системы осуществляют верховное планирование и реализацию деятельности человека в целом, а также корректирование самих планов в соответствии с промежуточными и конечными целями /4/.

С помощью психологических воздействий удается снизить уровень нервно-психической напряженности, уменьшить состояние психической утомленности, быстрее восстановить затраченную нервную энергию, тем самым оказать существенное влияние на ускорение процессов восстановления в других органах и

системах организма /5/.

Средства психологического воздействия на организм весьма разнообразны. К важнейшим из них относятся: внушенный сон - отдых, мышечная релаксия, психорегулирующая тренировка (индивидуальная и коллективная), разнообразный досуг, комфортабельные бытовые условия и т.д. Важнейшим условием при реализации необходимых психологических воздействий является объективная оценка их результатов /6/.

В принципе психологические воздействия на личность могут реализоваться двумя путями: извне - гетеровоздействие (воздействие тренера, врача-психотерапевта, психолога) и изнутри - аутовоздействие (самовоздействие, самовнушение и т.д.) /4/.

В спортивной борьбе одним из наиболее существенных факторов, влияющих на результат соревновательной деятельности спортсмена, является утомление. На фоне утомления может произойти нарушение двигательных функций /7/. Поэтому установление величины и характера сдвигов в различных параметрах двигательных и психологических функций в напряженных соревновательных условиях представляет большой интерес. Из них необходимо выделить наиболее существенные, которые могут использоваться в планировании применения методов психорегуляции, а также в планировании длительности интервалов отдыха при повторной работе.

Задачей данной работы было изучить воздействие различной нагрузки на некоторые психомоторные показатели борцов в условиях соревновательной схватки (2 x 3 мин, с отдыхом I мин), а также воздействие психорегулирующего комплекса на результативность повторной работы.

### Методика

В первой части работы у борцов высокой квалификации (2 МС и 10 КМС) при работе на велоэргометре с различной нагрузкой (по формуле 2 x 3 мин работы) исследовалась динамика восстановления частоты сердечных сокращений (ЧСС), объема и распределения внимания (ОРВ) и реакции на движущийся объект (РДО) при повторной работе.

Во второй части работы в течение четырех лет у спортсменов различной квалификации и специализации (в том числе и борцов) также исследовалась динамика восстановления, но уже с применением методов психорегуляции. Всего было 44 испытуе-

ных в возрасте 19-22 лет. Исследование проводилось подряд в течение 3 дней, причем спортсмены выполняли повторную работу различного характера. В I день исследования спортсменам объясняли цель исследования и сообщали комплекс повторной работы. Во II день испытуемые провели нужную повторную работу и по своему усмотрению устраивали отдых между нагрузками. В III день во время пауз между повторными работами использовали комплекс психорегулирующей тренировки, в которой I часть комплекса предусматривала расслабление, отдых и выключение, а II часть состояла из мобилизирующих предложений. Комплекс приспособляли соответственно к предстоящей работе, длительности отдыха и другим конкретным обстоятельствам. С психорегулирующей тренировкой ни один испытуемый раньше знаком не был. Эффективность интервалов отдыха между повторными нагрузками оценивали по результатам повторной работы по сравнению с предыдущими попытками.

## Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования особенностей процессов восстановления борцов приведены в таблице I.

### Таблица I

## Динамика восстановления двигательных функций борцов при различных нагрузках

	Работа (150W)	Работа (200W)
<u>Частота сердечных сокращений (ЧСС)</u>		
Фон	69,3 $\pm$ 7,3	70,0 $\pm$ 6,7
Отдых (1')	90,5 $\pm$ 14,0	105,3 $\pm$ 12,8
Восстановление 1'	96,5 $\pm$ 10,5	112,0 $\pm$ 13,1
3'	67,6 $\pm$ 8,5	71,3 $\pm$ 8,7
<u>Внимание (ОРв)</u>		
Фон	34,4 $\pm$ 11,6	29,7 $\pm$ 7,6
Отдых	57,4 $\pm$ 16,3	55,9 $\pm$ 10,8
Восстановление 1'	34,6 $\pm$ 12,1	36,5 $\pm$ 9,7
3'	34,5 $\pm$ 12,2	35,8 $\pm$ 7,3

Продолжение табл. I

	Работа (150w)	Работа (200w)
<u>Реакция на движущийся объект (РДО)</u>		
Фон	2,87±0,77	2,68±1,18
Отдых	3,26±1,16	3,12±1,06
Восстановление I',	2,76±0,81	2,24±0,95
5',	2,64±0,84	2,21±0,67

Анализ полученных данных показал, что наиболее существенные сдвиги произошли в данных ЧСС и внимания, которые можно оценить как критерии состояния борцов. Особого внимания требует при этом одноминутный перерыв во время схватки, в течение которого необходимо применять специальные упражнения для регулирования как рабочего, так и эмоционального состояния борцов. Данные РДО говорят о необходимости развивать у борцов умение дозировать и воспроизводить различные движения. Это придает движениям борца экономичность и рациональность, отодвигает наступление утомления.

Из II части работы выяснилось, что использование простейших методов психорегуляции дало положительный эффект у большинства испытуемых уже при первой попытке. При этом наблюдалось, что чем активнее испытуемые относились к методам психорегуляции, тем большей была эффективность применяемых комплексов. После применения психорегулирующих методов повторная работа выполнялась значительно лучше, чем тогда, когда паузу отдыха спортсмены устраивали по своему усмотрению. Характерно, что чем большей точности, координации и внимания требовала предстоящая работа, тем больший эффект давало применение психорегулирующих приемов. Наиболее эффективным был при этом вариант психорегуляции, в котором уделялось время активизации и больше внимания обращали на идеомоторное выполнение задания.

#### Заключение

В нашей работе подтвердилось положение Ю.Е. Рыжкина /8/, что внушаемость была обнаружена у всех без исключения испытуемых борцов, однако оказывалась неодинаково выраженной.

Было выявлено также ситуативное изменение степени внушаемости у исследуемых. Детерминантами изменчивости внушаемости явились, с одной стороны, объективный ход деятельности, с другой – собственное состояние борца. Экстремальность условий деятельности (острый дефицит времени, нарастающее физическое и психическое напряжение, возникающая угроза поражения и др.) способствуют повышению внушаемости. Изменение ее связано и с проявлением уверенности в своих силах, с полной сосредоточенностью борца на предстоящей деятельности.

Подтвердились и выводы В.Н. Куликова /4/, что особенно часто потребность во внушении и эффект его использования проявляются в ситуациях неопределенности, когда действующий субъект затрудняется в выборе способов исполнения действий, тактических вариантов поединка и др. В таких ситуациях также внушающие воздействия наиболее полно реализуются и оказывают влияние на положительный конечный результат.

Анализ литературы и данных настоящей работы позволяет заключить, что целенаправленное применение психорегулирующих методов содержит в себе большие потенциальные возможности для повышения спортивного мастерства спортсменов.

## Л и т е р а т у р а

1. Готовцев П.И., Дубровский В.Н. Спортсменам о восстановлении. – М.: ФИС, 1981. – 243 с.
2. Бабушкин Г.Д., Караваев А.В. Применение психорегулирующей тренировки для восстановления работоспособности гимнасток. – В кн.: Физическая работоспособность спортсменов и ее восстановление в процессе спортивного совершенствования. Омск, 1974, с. 5-6.
3. Лотов Б.Ф., Коссов Б.Б., Конопкин О.А. Теоретические проблемы самоконтроля и упражнения спортивной деятельности. – В кн.: Познавательные процессы у спортсменов. М., 1976, т. III, с. 9-31.
4. Куликов В.Н. Проблемы психологического воздействия. – В кн.: Проблемы психологического воздействия. Иваново, 1979, с. 5-19.
4. Водопьянова Н.Е., Щеголев В.В. О многомерном анализе эффективности психорегулирующей тренировки. – В кн.: Психологические аспекты подготовки спортсменов. Смоленск, 1980, с. 105-112.

6. Малкин В.Р. Практическое применение ПРТ для спортсменов в циклических видах спорта. - В кн.: Вопросы спортивной психогигиены. М., 1975, вып. 3, с. II3-II8.
7. Рыбалко Б.М., Хренов А.П., Тронин Н.И. К вопросу оценки степени утомления у борцов в схватках. - В кн.: Спортивная борьба: Ежегодник. М., 1978, с. 38-40.
8. Рыжкин Д.Н. Экспериментальное исследование внушаемости и внушающих воздействий в экстремальных условиях деятельности: Автореф. дис. ... канд. псих. - наук, Л., 1977. - 19 с.

# DIE ANWENDUNG DER METHODEN DER PSYCHOREGULATION ZUR BESCHLEUNIGUNG DER REGENERATION DER ARBEITSKRAFT DER SPORTLER BEI DER WIEDERHOLUNGSARBEIT

S. Oja, T. Sikkut

## Z u s a m m e n f a s s u n g

Im gegenwärtigen Sport ist das Problem der Regeneration ebenso wichtig wie das Training selbst, denn es ist unmöglich hohe Erfolge mit endloser Erhöhung der Intensität und des Umfangs der Belastung zu erzielen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, die Dynamik der Entstehung der Müdigkeit der Sportler in der Wiederholungsarbeit mit unterschiedlicher Intensität und die Möglichkeiten der Erhöhung der Aktivität der Regeneration bei der Anwendung der Methoden der Psychoregulation zu erforschen.

Das Experiment wurde mit 56 hochqualifizierten Sportlern verschiedener Sportarten durchgeführt.

Die Analyse der Spezialliteratur und der **Forschungsan-**gaben der vorliegenden Arbeit läßt die Behauptung zu, dass die sachgemässe und zielgerechte Anwendung der Methoden der Psychoregulation potentiale Möglichkeiten zur Erhöhung des Niveaus der Sportmeisterschaft und des Wettkampferfolgs der Sportler enthält.



## ERINEVATE SPORDIALADEGA TEGELEVATE ÜLIÕPILAS- SPORTLASTE ISIKSUSEOMADUSTE ISEÄRASUSI

S. Oja

Spordifüsioloogia kateeder

Sportlaste isiksuseomaduste selgitamine on olnud paljude uurijate huviobjektiks. Spordialasest kirjandusest võib leida andmeid, mis räägivad märkimisväärsetest erinevustest isiksuse struktuuris: sportlaste ja mitesportlaste /2, 4, 5, 7, 10 jt./, individuaal- ja grupialade sportlaste /18/, erinevate spordialade harrastajate /3, 8, 19 jt./ ja erineva kvalifikatsiooniga sportlaste vahel /4, 14, 15, 20, 22 jt./. Peamiselt on toodud esile erinevusi jalgpallurite, maadlejate, võimlejate ja karatesportlaste /8/, maadlejate ja võrkpallurite ning kergejõustiklaste ja korvpallurite /3/, madalama ja kõrgema järguga korvpallurite /4/, iluvõimlejate /13/, suusatajate /14/ jt. isiksuseomaduste vahel.

M. Pristavkina /22/ andmeil on kõrgema kvalifikatsiooniga iluvõimlejad emotsionaalselt märgatavalt stabiilsemad, fantaasiarikkamad, iseseisvamad, võrreldes madalama kvalifikatsiooniga iluvõimlejatega. V. Millmanni /19/ järgi soodustavad sportlase emotsionaalne stabiilsus (C), püüe end maksma panna (E), suhtlemisjulgus (H), entusiasm (F) ja kõrgenenud enesekontroll ( $Q_3$ ) optimaalset jõudude mobiliseerimist stardis. Nimetatud autorite kõrval pole aga rida uurijaid /11, 12, 23/ tuvastanud erinevate spordialade ja harrastuste mõju isiksuseomaduste kujunemisele.

Kirjanduse andmete analüüsi põhjal võime tõdeda, et vaatamata sportlaste isiksuseomaduste arvukatele uurimustele on selles vallas rohkesti eriarvamusi.

Käesoleva töö eesmärk oli uurida Cattelli 16 PF küsimustiku abil TRÜ kehakultuuriteaduskonna üliõpilaste isiksuseomadusi ning selgitada, kas on erinevusi vaatlusaluste isiksuse struktuuris seoses sportliku erialaga.

### Metoodika

Vaatlusaluste isiksuseomaduste selgitamiseks kasutati Cattelli küsimustiku 16 PF A-vormi, mille on Eesti NSV oludele adapteerinud grupp psühholooge M. Henno juhtimisel. Kü-

simustik mõõdab peamiselt temperamendi- ja karakterijooni. Cattelli küsimustikku on kasutanud oma uuringutes sportlaste isiksuseomaduste selgitamisel paljud uurijad /1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14, 20, 21 jt./. 1976 - 77 uuriti grupi teadlaste poolt 1100 ENSV kõrgkoolide üliõpilast /16/. Analüüs näitas, et antud metoodika on sobiv ka ENSV tingimustes isiksuseomaduste uurimiseks. Nende ja edasiste uuringute tulemusena töötati välja standardiseeritud normid steenides. Kristati 5 gruppi: 1 - 2 steeni - madal näit, 3 - 4 steeni - keskmisest madalam, 5 - 6 steeni - keskmine, 7 - 8 steeni - keskmisest kõrgem ja 9 - 10 steeni - kõrge näit /16, 17/.

Võib nõustuda R. Uringuga /24/ selles, et antud momendil on Cattelli 16 PF küsimustik teiste küsimustike seas parim, sest võimaldab suhteliselt ökonoomselt uurida suurt hulka inimesi.

Püstitatud ülesande lahendamiseks võeti vaatluse alla 374 19 - 22-aastast TRÜ kehakultuuriteaduskonna üliõpilast, kellest 164 olid nais- ja 210 meessportlased. Täpsemad andmed vaatlusaluste jagunemise kohta spordierialade kaupa on antud tabelites 1 ja 2.

#### Tulemused ja analüüs

Tabelite 1 ja 2 andmete üldine analüüs näitab, et uuritud kontingendile on enamuses iseloomulikud keskmisest mõneti kõrgemad faktorite A, B, C, F näidud ja keskmisest madalamad faktorite E, G, M, O, Q<sub>2</sub>, Q<sub>4</sub> näidud. Seega iseloomustab uuritud kontingenti kontaktivalmidus (A), keskmiselt hea emotsionaalne stabiilsus (C) ja abstraherimisvõime (B), positiivne emotsionaalne toonus, entusiasmi, elurõõm ja mõningane muretus (F). Keskmisest madalamad näidud aga viitavad sellele, et uuritud kontingendile on iseloomulik mõningane alistuvus, kuulekus ja järeleandlikkus (E), suhteliselt madal kohusetundlikkus ja vaba käitumine (G), praktiline meel ja reaalsus (M), mõningane häirimatus ja enesega rahulolu (O), grupiga kerge kohanemine (Q<sub>2</sub>) ning seesmine rahulikkus ja pingevabadus (Q<sub>4</sub>). Esitatud andmete detailsem analüüs lubab väita, et uurimiskontingendile iseloomulik faktorite A, B, C, F üldisest keskmisest (5,5) mõneti kõrgem tase soodustab edu saavutamist spordis. Sportlase aktiivsus kontaktide loomisel aitab luua tihedamaid

suhteid nii kaassportlastega kui ka treeneriga ning lahendada kergemini treeningute käigus tekkivaid küsimusi. Tabelite andmed näitavad, et suhteliselt kõrgem A-faktori keskmine väärtus esineb purjetajatel.

Kiire ja hea abstraherimisvõime (B) võimaldab sportlasel kergemini mõista treeneri seletusi, tehnika ja taktika detaile jms. Eriti suurt osa etendab kiire abstraherimisvõime ideomotoorse treeningu võtete õppimisel ja kasutamisel. Kiiret abstraherimisvõimet iseloomustava B-faktori keskmised väärtused on kõrgemad purjetajatel (7,6 steeni) ja aerutajatel-sõudjatel (7,0 steeni) ning madalamad naisujujatel, -suusatajatel ja võimlejal (vastavad keskmised 5,3 , 5,6 ja 5,5 steeni).

T a b e l 1

Naissportlaste keskmised näidud steenides

Faktor	Korv- ja väravpal- lurid $\bar{x}/s$	Ilu- ja naisvõim- lejad $\bar{x}/s$	Kerge- jõustik- lased $\bar{x}/s$	Ujujad $\bar{x}/s$	Suusata- jad $\bar{x}/s$
A	5,7/1,7	6,2/1,9	5,6/2,4	6,2/2,2	6,1/1,9
B	6,1/1,9	5,5/1,2	6,5/2,2	5,3/2,1	5,6/1,7
C	5,1/2,3	7,7/1,2	5,8/2,0	5,2/2,1	6,3/2,1
E	3,5/1,2	4,7/1,5	4,2/1,8	4,7/1,8	4,4/1,7
F	6,8/1,9	7,0/1,5	7,6/2,0	7,1/1,9	8,1/1,7
G	4,3/1,6	4,4/1,8	4,1/1,9	4,0/1,6	3,9/1,7
H	5,3/1,8	6,5/1,5	5,4/2,0	5,9/2,1	6,9/2,0
I	5,3/1,5	5,6/1,6	5,4/1,9	5,3/1,2	5,2/1,7
L	5,4/1,8	5,6/1,7	5,9/2,9	5,0/2,4	5,3/1,8
M	4,6/1,9	4,6/1,8	4,2/2,1	4,8/2,0	4,4/1,6
N	5,9/1,9	5,6/2,4	5,7/2,0	5,4/1,8	5,2/1,8
O	4,6/1,7	4,6/1,8	5,2/2,0	4,9/2,1	5,2/2,3
Q <sub>1</sub>	5,7/2,2	5,5/1,3	5,6/2,0	6,0/2,5	5,9/1,8
Q <sub>2</sub>	4,9/2,2	4,6/2,6	5,0/1,9	5,3/1,8	5,1/1,9
Q <sub>3</sub>	4,7/1,9	5,8/1,7	4,1/1,9	4,9/1,7	4,9/2,2
Q <sub>4</sub>	5,2/1,4	4,8/1,6	4,6/1,3	4,7/1,4	4,8/1,8
n	42	24	52	18	28

T a b e l 2

## Meessportlaste keskmised näitajad steenides

Fak- tor	Aeruta- jad ja sõudjad	Purje- tajad	Maadle- jad	Suusa- tajad	Kerge- jõustik- lased	Korv- ja värav- pallurid
	$\bar{x}/s$	$\bar{x}/s$	$\bar{x}/s$	$\bar{x}/s$	$\bar{x}/s$	$\bar{x}/s$
A	5,6/1,5	7,2/2,1	5,7/2,1	6,1/1,7	5,4/2,7	6,0/2,2
B	7,0/2,3	7,6/2,4	6,3/2,2	6,1/1,7	6,5/2,2	6,1/1,8
C	7,1/1,4	6,8/2,1	6,6/1,9	6,7/2,3	6,2/2,1	5,9/2,5
E	4,3/1,8	3,9/1,6	3,8/1,8	4,6/2,4	4,2/1,8	3,2/1,3
F	7,8/1,9	8,2/1,8	7,9/2,2	8,3/1,5	7,6/1,7	7,4/1,5
G	4,8/1,1	5,2/2,1	4,5/2,1	4,4/1,9	4,6/2,2	4,2/1,8
H	6,3/2,2	7,3/2,1	5,3/1,7	5,9/2,4	5,5/2,0	5,7/2,4
I	4,8/1,5	5,4/1,6	4,8/1,4	4,6/1,6	5,2/1,4	4,8/1,3
L	6,9/1,9	7,1/1,8	5,8/1,8	5,7/1,8	5,7/2,3	5,3/1,5
M	4,7/1,9	4,1/1,6	3,8/1,6	4,1/1,9	4,3/1,8	4,3/1,7
N	4,2/2,1	5,1/2,9	5,1/1,9	4,4/1,4	4,6/2,3	4,3/1,9
O	5,3/2,4	4,8/2,1	4,6/2,2	5,1/2,1	4,8/1,9	4,6/1,8
Q <sub>1</sub>	5,4/2,2	7,2/2,0	5,4/2,1	6,3/1,5	5,8/2,2	5,0/2,5
Q <sub>2</sub>	4,5/2,1	4,8/2,2	5,1/2,8	4,8/2,0	4,7/1,2	5,0/1,7
Q <sub>3</sub>	5,5/1,4	5,9/2,1	4,5/2,0	5,0/2,6	4,8/1,9	5,4/1,8
Q <sub>4</sub>	4,3/1,8	4,1/1,8	4,2/2,0	4,6/1,6	4,2/1,8	4,8/2,0
n	21	10	34	34	63	48

Edu saavutamine spordis oleneb suuresti ka sportlase emotsionaalsest stabiilsusest (C). Emotsionaalselt stabiilne sportlane suudab end võistlustel paremini mobiliseerida ning kõrvalärritajad ei mõju talle nii tugevasti kui emotsionaalselt labiilsetele. C-faktori keskmised näidud kõiguvad vaatlusaluste meeste gruppidel 5,9 ja 7,1 ning naiste gruppidel 5,1 ja 7,7 steeni vahel. Emotsionaalselt suhteliselt stabiilsemad on naisvõimlejad ja meesaerutajad. Kõige madalam emotsionaalne stabiilsus, võrreldes teistega, on naistel-pallimängijatel (keskmine 5,1 steeni) ja naisujujatel (5,2 steeni). Ka A. Ganjuškini /14/, V. Millmanni /19/, S. Oja /20/, M. Pristavkina /22/ jt. uurimised kinnitavad, et emotsionaalselt stabiilsemad sportlased suudavad end stardis paremini mobiliseerida ja seetõttu saavutada paremaid tulemusi.

Edu saavutamist spordis soodustab ka mõõdukas entusiasm, elurõõm, tegutsemishimu ja ekspressiivsus (F). Väga kõrged F-faktori väärtused aga annavad tunnistust mõningasest muretusest, mis omalt poolt võib olla piduriks edu saavutamisele spordis. Meie vaatlusalustest olid suhteliselt kõrgemad keskmised väärtused purjetajatel (8,2 steeni), suusatajatel (naistel 8,1 ja meestel 8,3 steeni), maadlejatel (7,9 steeni), aerutajatel-sõudjatel (7,8 steeni).

Kontingendile iseloomulik suhteliselt madal E-faktori keskmine näit (meeste gruppidel kõigub 3,2 ja 4,6, naiste gruppidel 3,5 ja 4,7 steeni vahel) lubab väita, et vaatlusalused on küllaltki alistuvad, järeleandlikud, kuulekad, teistest sõltuvad. Sellised jooned võivad tuua kasu grupialadel, nagu sportmängud, aerutamine-sõudmine, purjetamine, kus on vaja arvestada teistega, kuuletuda neile ning lasta end juhtida. E-faktori madal tase ei tule aga kuidagi kasuks individuaalalade sportlastele, kes peaksid liigse järeleandlikkuse ja alistuvuse asemel olema visamad, enesekindlamad, nõudlikumad enese suhtes ning ilmutama soovi end maksma panna. Seda kinnitavad ka V. Millmanni /19/ andmed. Võib arvata, et uuritud sportlastele tuleks kasuks, kui nad oleksid vähem enesega rahulolevad (O-faktor, mille keskmised väärtused kõiguvad meeste gruppidel 4,6 ja 5,3 ning naistel 4,6 ja 5,2 steeni vahel). Märkimisväärsed gruppidevahelisi erinevusi selles osas ei ole. M. Pristavkina /22/, L. Buravtsova ja N. Gurjanovi /13/ andmetel on kõrge tasemega sportlased kohusetundlikud ja mõneti kõrgema sisepingega. J. E. Kane'i /6/ uurimisandmete järgi on Inglise kehakultuuriüliõpilastele iseloomulik kõrge kontaktivalmidus (A), emotsionaalne stabiilsus (C), kõrge kohusetundlikkus (G), kõrge enesekontroll ja tugev tahe ( $Q_3$ ). Selles osas jäävad meie vaatlusalused maha, eriti kohusetundlikkuses.

Vaatlusaluste gruppide keskmiste andmete võrdlus ei too lisaks ülalesitatule esile märkimisväärsed gruppidevahelisi erinevusi. See on nähtavasti tingitud asjaolust, et sportlikult kvalifikatsioonilt on grupid ebavõrdsed, eriti meistersportlaste ja I järgu sportlaste suhte poolest. Naiste ja meeste andmete võrdlus toob lisaks ülalesitatule välja mõningase erinevuse L-faktori osas, mis näitab, et nais-sportlased on mõneti usaldavamad ja leplikumad kui mees-sportlased (keskmised kõiguvad naiste gruppidel 5,0 ja 5,9, meeste gruppidel 5,3 ja 7,1 steeni vahel).

Kokku võttes esitatud andmeid, võib öelda, et analüüs tõi esile mitmeid tunnusjooni, mis on iseloomulikud meie poolt uuritud kontingendile. Kuna vaatlusalune kontingent on suhteliselt väikesearvuline (374 sportlast), siis üldistavaid järeldusi selle alusel ei saa veel teha. Küll aga peab toonitama vajadust jätkata sellelaadilisi uuringuid sportlastega. Edasistes uuringutes tuleks märgatavalt suurendada vaatlusaluste arvu ja püüda teha aastate kestel kordusuuringuid samade vaatlusalustega, selgitamaks kas sportlase tegelemine mõjutab vaatlusaluste isiksuseomadusi ja millises suunas. Meie arvates peaksid sportlaste isiksuseomaduste uurimisandmed pakkuma tõsist huvi treeneritele, kes nähtavasti peaksid ka tunduvalt enam omistama tähelepanu sportlaste individuaalsetele eripäradele, kohusetunde, enesekontrollioskuse, iseseisvuse jms. arendamisele.

#### K i r j a n d u s

1. Cattell R. B., Eber H. W., Tatsuo M. M. Handbook for the Sixteen Personality Factor Questionnaire (16) PF. Champaign, Illinois, 1970.
2. Cratty B. J. Psychology in Contemporary Sport: Guidelines for Coaches and Athletes. Engelwood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1973, p. 59 - 105.
3. Ennulo J., Topaasia V. Üliõpilaste-sportlaste isiksuse psühholoogilisi iseärasusi testi 16 PF näitajate alusel. - Rmt.: Kehaline kasvatus ja sport kõrgkoolis. - Tartu: EPA, 1983, lk. 160 - 164.
4. Evans V., Quartermann J. Personality Characteristics of Successful and Unsuccessful Black Female Basketball Players. - Int. J. Sport Psychol., 1983, vol. 14., 2, p. 105 - 115.
5. Ikegami K. Character and Personality Changes in the Athlete. - In: Proceedings of the 2nd International Congress Washington, 1968, p. 51-59.
6. Kane J. J. Personality Profiles of Physical Education Students Compared with Others. - In: Actes du 1er congres international de psychologie du sport. Roma, 1965, p. 772 - 775.

7. Kane J. E. Personality and Physical Abilities. - In: Proceedings of the Second International Congress of Sport Psychology. Contemporary Psychology of Sport. Washington, 1968, p. 131 - 141.
8. Kroll W., Greshaw W. Multivariate Personality Profile Analysis of Four Athletic Groups. - In: Proceedings of the Second International Congress of Sport Psychology. Contemporary Psychology of Sport. Washington, 1968, p. 97 - 106.
9. Laks L., Oja S. Sportlaste isiksuse omaduste uurimis- andmed. - Rmt.: Kehaline kasvatus ja sport kõrgkoolis. - Tartu: EPA, 1983, lk. 165 - 167.
10. Ogilvie B. C. What is an Athlete? - J. Health, Physical Education and Recreation, 1967, 38, p. 48.
11. Rushall S. B. An Evaluation of the Relationship Between Personality and Physical Performance Categories. - In: Proceedings of the Second International Congress of Sport Psychology. Contemporary Psychology of Sport. Washington, 1968, p. 157 - 165.
12. Singer R. N. Coaching, Athletes and Psychology. New York, 1972, p. 65 - 94.
13. Буравцова Л.В., Гурьянов М.М. К вопросу об особенностях психической адаптации гимнасток и гимнастов. - В кн.: Проявление индивидуальных особенностей личности в спорте. Смоленск, 1979, с. 17-27.
14. Ганджиев А. Д. Изучение личности лыжников-гонщиков.- Sbornik IV Svetovy kongress ISSP. Praha, 1977, s.176-178.
15. Козлова Х.М. Исследование адаптации лыжников-гонщиков к физическим и психическим нагрузкам. - В кн.: Проявление индивидуальных особенностей личности в спорте. Смоленск, 1979, с. 120-125.
16. Кязмбе А.Э. О сравнительном исследовании структуры личности студентов. - В кн.: Проблемы высшей школы. Тарту, 1979, вып. 3, с. 76-92.
17. Кязмбе А.Э., Хенно М., Эннуло Я.Ю. Об исследовании структуры индивидуально-типологических особенностей студентов.- В кн.: Проблемы высшей школы. Тарту, 1978, вып.2, с. 37-50.
18. Мальчиков А.В. Исследование структуры личностных свойств в связи с эффективностью групповой деятельности.- В кн.: Проявление индивидуальных особенностей личности в спорте. Смоленск, 1979, с. 28 - 41.

19. Мильман В.З. Стресс и личностные факторы регуляции деятельности. - В кн.: Стресс и тревога в спорте: Международный сборник научных статей. - М.: ФиС, 1983, с. 24-46.
20. Оя С.М. Исследование интеллектуального уровня и свойств личности спортсменов. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1980, вып. 525, с. 99-108.
21. Оя С.М. Исследование свойств личности, моторики и интеллектуальных способностей у студентов физкультурного факультета. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1984, вып. 668, с. 3-15.
22. Приставкина М.В. Некоторые особенности личности мастеров художественной гимнастики. - В кн.: Проявление индивидуальных особенностей личности в спорте. Смоленск, 1979, с. 56-61.
23. Сингер Р.Н. Мифы и реальность в психологии спорта. - М.: ФиС, 1980, с. 108-122.
24. Уринг Р.Ф. Особенности структуры личности учителей Эстонской ССР. - В кн.: Профессиональное и социальное формирование студентов в учебно-воспитательном процессе: Проблемы высшей школы. Тарту, 1981, вып. 4, с. 22-48.

#### ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ РАЗНОЙ СПОРТИВНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

С.М. Оя

#### Р е з ю м е

Исследовали особенности личностных свойств у 374 студентов и студенток физкультурного факультета ТГУ с помощью опросника Каттелла 16 PF. Анализ материалов исследования показал, что для исследуемого контингента характерны: общительность, относительно высокая интеллектуальность, энтузиазм, беспечность и относительно хорошая эмоциональная стабильность. Наряду с этим контингенту свойственно быть уверенным в себе, расслабленным, подчиненным группе и независимым от мнений группы.



ON THE PERSONALITY QUALITIES OF STUDENTS-SPORTSMEN  
OF DIFFERENT KINDS OF SPORT

S. Oja

S u m m a r y

Using the Cattell Personality Factor Questionnaire 16 PF form A, 374 students of the faculty of physical education were investigated.

The analysis of the results has demonstrated a relatively high level of factors A, B, C and F characteristic of the contingency, while factors G, E, M, O and  $Q_2$  have showed a level lower than medial. It means that relatively high cyclothymia of warm, high level of general ability, emotional stability and enthusiasm, all useful for being successful in sports, are characteristic of the students. At the same time from the viewpoint of successful sport personality traits, such as the lack of rigid internal standards, submissiveness, a great deal of practicality, confidence and self security were found to have high group dependence.

## GRUPILISE PSÜHHOREGULATSIOONI RAKENDUS VÕIMLEJATE TÖÖVÕIME TÕSTMISEKS

S. Oja

Spordifüsioloogia kateeder

K. Keeman, H. Valgmaa

Võimlemise ja biomehhaanika kateeder

Kirjanduse andmetest 1, 2, 3, 4 jt. ja TRÜ spordi-  
psühholoogia laboratooriumi poolt läbiviidud sportlaste uu-  
rimiste tulemustest selgub, et korduskatsetevahelistel pau-  
sidel kasutatud psühhoreguleeriva treeningu variandid aval-  
davad sportlase töövõime taastamisele positiivset mõju. Kuid  
kättesaadavast kirjandusest ei õnnestunud leida andmeid gru-  
pilise psühhoregulatsiooni rakenduse kohta massispordi ala-  
del. On aga teada, et ka sellistel massispordi aladel nagu  
naisvõimlemine (samuti rütmiline võimlemine, rühmvõimlemi-  
ne), kasutatakse mitmesuguseid võistlusvariante ja erineva  
vastutusrikkusega grupiesinemisi, kus kava esitatakse kor-  
duvalt. Kriti rohkesti tuleb õpitavaid kavasid korrata tree-  
ningute käigus. Korduskatsete kulg kutsub suhteliselt sage-  
li esile väsimuse ja tüdimuse ning sellest tulenevalt tuhu-  
mub harjutuste sooritamise emotsionaalsus. Võib arvata, et  
psühhoregulatsioonivõtete oskuslik kasutamine aitaks siin  
säilitada soodsat emotsionaalset seisundit ja vältida väsi-  
musega kaasnevat vigade teket.

Käesoleva töö ülesandeks oli võrrelda omandatud võim-  
lemisharjutuste korduva soorituse taset pärast vaatlusalus-  
te poolt vabalt sisustatud puhkepause ja pärast pause, kus  
kasutati grupilise psühhoregulatsiooni võtteid.

### Metoodika

Püstitatud ülesande lahendamiseks võeti vaatluse alla  
naisvõimlejate treeningurühmad. Rühmas oli 6 - 8, kokku kol-  
mes rühmas 22 võimlejat. Kasutati neli minutit kestvat võim-  
lemisharjutuste kompleksi, mis sisaldas esimeses osas pinge  
ja lõdvestuse vaheldumist, teises tempomuutustega koordi-  
natsiooniharjutusi. Valdamise seisukohalt kimistusseas ole-  
vat kava sooritati vaatluste käigus kuus korda. Soorituste-  
vahelisest vilest puhkepausist sisustati kaks osalejate en-  
di soovi järgi. Kolm puhkepausi peeti organiseeritult ja

nende käigus kasutati meie poolt koostatud psühhoreguleerivat kompleksi.

Välise mõjutusega psühhoreguleeriv kompleks sooritati lamades ja suletud silmi. Kompleksi esimene osa sisaldas põhiliselt lõdvestusülesandeid, mõtete eemalejuhtimist ja puhkust. Kompleksi teine osa oli pühendatud aktiveerimisele, mõtete suunamisele eelseisvale tegevusele, sellesse positiivse suhtumise loomisele ning teatavate harjutuste ideomotoorsele sooritamisele.

Pausi efektiivsust hinnati sellele järgnenud soorituse edukuse järgi. Harjutuste sooritamise kvaliteeti hinnati ekspertide poolt kõigis korduskatsetes. Vastavalt vigade klassifikatsioonile registreeriti iga võimleja sooritusvead ning hinnati soorituse väljenduslikkust. Lisaks sellele pidi vaatlusosalused hindama oma enesetunnet, meeleolu ja treeningutahet ning andma hinnangu ka erinevate pauside mõju kohta. Vaatlusosalused ei olnud varem tegelenud psühhoregulatsioonivõtetega. Katsetesse ja kasutatavatesse psühhoregulatsioonivõtetesse suhtusid vaatlusosalused täie tõsidusega, ülesandeid püüti täita vastavalt esitatud nõuetele.

Grupiti läbiviidud vaatlused algasid 15 - 20-minutilise soojendusega, mille käigus korrati läbi ka vaatlustel kasutatav harjutuskompleks. Kehalise koormuse hindamiseks mõõdeti iga kordussoorituse järel vaatlusosaluste pulsisagedust palpatoorselt. Tööjärgne pulsisagedus oli 135 - 145 lööki minutis.

#### Tulemused

Vaatluste tulemused ühtivad kirjanduse andmetega psühhoregulatsiooni positiivse mõju kohta inimese tööväimele. Käesoleva töö ülesandest lähtudes võime esile tuua järgmist.

1. Vaatamata sellele, et vaatlusosalused täitsid esmakordselt psühhoreguleerivaid võtteid ja sooritasid neid välise mõjutusega grupiliselt, tulid nad vajalike võtete sooritamisega toime. Enamik vaatlusalusi rõhutas (82 %), et enesetunne oli pärast organiseeritud puhkust parem ja et sellele järgnevalt oli harjutusi parem sooritada kui pärast iseseisvalt sisustatud puhkust (iseseisvalt sisustatud puhkuse ajal vaatlusosalused põhiliselt istusid ning vestlesid eelseisvate arvestuste sooritamise teemadel). Märgiti

ka seda, et organiseeritud puhkuse järel püsis tähelepanu paremini ülesande täitmisel. Väärib märkimist, et subjektiivsete hinnangute ja harjutuse sooritamise kvaliteedi andmed langesid enamasti kokku.

2. Võimlemisharjutuste soorituse kvaliteedile antud ekspertide hinnangutest järeldub, et pärast psühhoreguleerivate võtete kasutamist esitasid vaatlusalused harjutusi märksa täpsemalt ja veatumalt kui pärast iseseisvalt sisustatud pausi (tabel). Lisaks sellele rõhutasid hindekohtunikud organiseeritud puhkuse soodsat mõju esitusviisi väljenduslikkusele.

T a b e l

Psühhoreguleeriva kompleksi mõju võimlemisharjutuste soorituse kvaliteedile

Vigade liik	Puhkepaus iseseisvalt	sisustatud organiseeritult	Soorituskvaliteedi tõus protsentides
Jäme	22	14	36
Märgatav, väike	61	39	36

3. Vaatlusandmed lubavad arvata, et psühhoregulatsioonivõtete sihikindel ja reeglipärane kasutamine aitaks kaasa naisvõimlejate töövõime tõstmisele ja taastamisele harjutuste kordussoorituse puhul. Kompleksis kasutatud ideomotoorne treening mõjub soodsalt harjutuse soorituse emotsionaalsusele ja täpsusele.

4. Ilmnes, et välise mõjutusega psühhoregulatsioonivõtete grupilisel kasutamisel on vaja arvestada grupi koosseisu individuaalseid erijooni. Samuti selgus, et psühhoregulatsioonivõtete grupilisel kasutamisel, eriti nende õpetamise käigus tuleb erilist tähelepanu omistada vaatlusaluste eelnevale häälestamisele ja teadlikkuse taseme tõstmisele.

#### K i r j a n d u s

1. Малкин В.Р. Практическое применение ПРТ для спортсменов в циклических видах спорта.- В кн.: Вопросы спортивной психогигиены. М., 1975, вып. 3, с. II3-II8.

2. Селезнев В.С. Методика использования ПРТ в соревнованиях по прыжкам на лыжах. - В кн.: Психологические проблемы предсоревновательной подготовки квалифицированных спортсменов. Л., 1977, с. 117.
3. Найдиффер Р.М. Психология соревнующегося спортсмена. - М.: ФиС, 1979, с. 97-184.
4. Унесталь Л.Э. Аутогенная тренировка в спорте. - В кн.: Психология и современный спорт. - М.: ФиС, 1982, с. 150-155

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРУППОВОЙ ПСИХОРЕГУЛЯЦИИ У ГИМНАСТОК ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

С.М. Оя, К.Э. Кээман, Х.В. Валгмаа

#### Р е з ю м е

Исследовали влияние групповой психорегуляции на качество выполнения гимнастических упражнений. Под наблюдением находилось 3 группы гимнасток по 6-8 человек, которые выполняли 6 раз четырехминутную программу. Из пяти пауз между упражнениями две паузы использовались по собственному усмотрению испытуемых. В трех паузах был применен составленный нами психорегуляционный комплекс. При введении психорегуляционного комплекса повышалось качество выполнения упражнений на 36 % за счет уменьшения ошибок, улучшилась также выразительность выступления.

## USE OF PSYCHOREGULATION TO INCREASE THE WORK CAPACITY OF GYMNASTS

S. Oja, K. Keeman, H. Valgmaa

### S u m m a r y

The influence of group psychoregulation treatment on the quality of the performance of gymnastic exercises was investigated. Three groups of gymnasts each consisting of 6 to 8 females were observed during six times performing a four minute program. Two of the restpauses between the exercises were filled freely by the gymnasts themselves, while three of them were filled by a psychoregulative complex proposed by us. As a result of the complex used the performance quality increased 37 - 39 per cent due to a decrease in the amount of mistakes, and the increase of expressiveness was also noticeable.

# KARDIORESPIRATOORSE SÜSTEEMI JA KEHALISE TÖÖVÕIME KRITERIUMID NOORUJUJATE PÕHIVALIKUL

H. Laidre

Raskejõustiku ja veesporti kateeder

E. Vasar

Füsioloogia kateeder

Sportlik valik on pikaajaline protsess, mille eesmärgiks on määrata sportlasteed alustavate noorte potentsiaalsete võimete lähtetase ja nende progresseerumise ulatus nn. sportlikku täisikka jõudmisel. Oluliseks nõudeks on siinjuures valiku etapilisus, mis baseerub nii pärilike eelduste ja kehaliste võimete ealise arengu kui ka treeningu mõju iseärasuste kompleksel arvestamisel /2, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 17, 18, 19, 24, 26/.

Kui esmast ujumisalast valikut soovitatakse teha peale 24-tunnist algõpetust ja sellele järgnevat vähemalt pool aastat kestvat ujumisalast õppetööd 9 - 10-aastastel lastel, siis põhivalik toimub üldjuhul peale kaheaastast baastreeningut 12 - 13-aastastel noorujujatel. Põhivaliku eesmärgiks on teha kokkuvõtte baastreeningute mõjust kehalisele arengule ja -ettevalmistusele, leida nende näitude arengudünaamika ja juurdekasvu tempo ning välja selgitada suuremahulist treeninguprogrammi taluvad perspektiivsed noorujujud /7, 11/.

Kirjandusandmeist ilmneb, et võrreldes antropomeetris-  
lis-morfoloogiliste ja pedagoogilis-sportlike valikualade uuringute rohkusega on tagasihoidlikult uuritud noorujujate kardiorespiratoorse süsteemi, kehalise töövõime ja hapnikuvaegusega (hüpooksiaga) kohanemise parameetreid ning nende rakendamist valiku kriteeriumidena. Samal ajal on aga teada, et tippujujaid iseloomustab kõige muu kõrval omadus säilitada kõrge anaeroobne töövõime ulatusliku hapnikuvaeguse tingimustes (100 ja 200 m distantsil ning pikematel distantsidel finišeerimisel). Kuna esmase ja põhivaliku praktikas piirdatakse peamiselt noorujujate aeroobse töövõime karakteristikutega, siis jääb välja selgitamata ja järelikult ka varjatuks nende anaeroobse vastupidavuse potentsiaal. See võib aga oluliselt nõrgestada nii valiku kui ka prognoosi kvaliteeti.

On leitud, et organismi reaktsioon hapnikuvaegusele allub nii geneetilistele kui ka sportliku treeningu faktori-

tele. Selgub, et hingamispeetuse kestuse ja arteriaalse vere oksügenatsiooni näidud sõltuvad pärilikkusest vastavalt 82,5 ja 76,9 % ning hapniku maksimaalne tarbimine 80 % ulatuses. Ka on hingamispeetuse pärilikkuse määraks saadud 0,43 - 0,68 ja 0,803. Geneetiliselt determineerituks arvatakse ka kehalise töövõime  $PWC_{170}$ , hapniku maksimaalse tarbimise ( $ml/min/kg$ ), ekspiratoorse apnoe ja verevoolu "kopskõrv" väärtused /25, 27/.

Käesoleva töö ülesandeks on määrata ühel ja samal 10 - 13-aastaste noorujate kontingendil kardiorespiratoorse süsteemi näitude ja kehalise töövõime juurdekasvu tempo ning leida põhivalikuks vastavad hindamiskriteeriumid.

### Metoodika

Antud töös käsitleme uuringuandmeid, mis on saadud ühe ja sama kontingendiga noorujatel ajavahemikul 1980 - 1983. Vaatlusalusteks olid Tallinna ülelinnaliste ujumisklasside mõlemast soost 62 noorujat, kes 1980. a. õppisid III klassis (9 - 10-a.) ja 1983. a. VI klassis (12 - 13-a.). Uuringud viidi läbi üks kord aastas, s. o. II makrotsükli ettevalmistava perioodi alul (veebruarikuul).

Mõõdeti antropomeetrilised näidud /1/ (kehapikkus ja -kaal), leiti Kaupi indeks ( $K_I$ ), vitaalindeks ( $V_I$ ), fikseeriti vanus. Välise hingamise parameetritest määrati kopsude eluline mahutavus ( $V_K$ ), hingamise võimsus sisse- ( $PTM_I$ ) ja väljahingamisel ( $PTM_E$ ) /20, 23/. Leiti hapniku maksimaalse tarbimise ( $VO_2 \max$ ) ja kehalise töövõime ( $PWC_{170}$ ) väärtused, millede määramisel kasutati step-testi /23/.

Korduva hingamispeetuse proov sissehingamisel ( $KIA$ ) toimus kolmel korral suutlikkuseni 45-s puhkeintervallidega õpilase rahuseisundis (istudes). Registreeriti hingamispeetuse (apnoe) kestus (s), loeti pulsisagedus, leiti apnoeindeks ( $KIA_I$ ) ja Skibinski indeks ( $SK_I$ ) /12/. Oksühemograafiliselt registreeriti oksühemoglobiini püsiva faasi ( $HbO_2 \text{ pf}$ ) ja hüpokeemilise faasi ( $HbO_2 \text{ hf}$ ) kestused (s) ning arteriaalse vere oksügenatsiooni tase ( $HbO_2 \text{ oks}$ ) protsentides /8, 15/. Ujumises registreeriti 50, 100, 200, 400 ja 800 m distantstil saavutatud ajad ning 4 x 50 m-s 10-s intervallidega näidatud koguaeg.

Saadud andmed töödeldi TRÜ arvutuskeskuses arvutil "Minsk-32". Leiti aritmeetiline keskmine ( $\bar{x}$ ), standardhäl-



ve ( $\bar{x}$ s), 95-% usalduspiirid ja korrelatsioonikoefitsiendid ( $r$ ).

#### Uurimistulemused ja nende arutelu

Saadud antropomeetrilised ja kardiorespiratoorsed näidud esitame tabelis 1. Selgub, et meie noorujad on lähtetasemega võrreldes oluliselt kasvanud pikemaks ja muutunud kehakaalult raskemaks. Kui kehapikkuse juurdekasvud on poeglastel ja tütarlastel lähedased (vastavalt 13,3 ja 12%), siis kehakaalus on tütarlaste üleolek ilmne (vastavalt 56,3 ja 28,5 %). Antud juurdekasvud on lähedased üle-eestiliste ja Tallinna eesti rahvusest kooliõpilaste vastavate andmetega /1, 4, 5/. J. Auli /1/ eesti kooliõpilaste hindetabelite järgi kuuluvad meie 13-a. noorujad poeglapsed kehapikkuselt suurde ja -kaalult keskmisse klassi ning samaealised noorujad tütarlapsed vastavalt keskmisse ja suurde klassi.

Kaupi indeksi näitude võrdlemisel selgub, et meie noorujad on samaealistest eesti kooliõpilastest sihvakamad, kuid lähedased N. Bulgakova /11/ noorujate põhivalikul soovitatud parameetritele.

Märgatavalt on 10 - 13 a. vanuses suurenenud kopsude VK<sub>BTPS</sub> väärtused. Nii on lähtetasemega võrreldes 13-aastaste juurdekasv 1219 ml ehk 46,1 % ja tütarlastel 1436 ml (61,1 %), kuid aastased juurdekasvud on neil nii absoluutkui ka relatiivväärtustes lähedased. Samal ajal kopsude VK näidud ületavad neile 10 - 13 a. vanuses ettenähtud normväärtusi, seda eriti 13-aastastel tütarlastel ja poeglastel, vastavalt 14,2 ja 14 % ulatuses. Kõrvutades meie andmeid eesti /1/ ja Tallinna kooliõpilaste /4, 5/ omadega, ilmneb, et meie noorujate kopsude elulise mahutavuse väärtused ja aastaste juurdekasvude näidud on oluliselt suuremad.

Kopsude ruutindeksid /1/ on meie noorujatel lähedased N. Bulgakova /10, 11/ põhivalikul perspektiivseteks noorujateks arvatute väärtustega (vastavalt diapsoonis 12,1 - 15,2 ja 13,7 - 15,3). Järelikult on meie noorujate kopsude VK arengutase vastavuses samaealiste perspektiivseteks tunnistatud noorujate omaga.

Hingamislihaste võimsuse näitude aastased juurdekasvud on mõlemast soost noorujatel usaldatavad ( $p < 0,05$ ). Lähtetasemega võrreldes (10 a.), saame ekspiiriumis juurdekasvuks 13-aastastel poeglastel 22,8 % ja tütarlastel 37,2 %

T a b e l 1

Antropomeetrilised ja kardiorespiatoorsed näidud 10 - 13-aastastel noorujujatel

Tunnused	Sugu	10 a.		11 a.		12 a.		13 a.	
		$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
Kehapikkus, cm	P	143,3	5,2	148,2	6,2	155,0	6,0	162,4	7,5
	T	140,8	3,4	147,0	3,5	151,3	5,8	157,8	6,2
Kehakaal, kg	P	33,9	3,1	37,2	4,3	41,3	3,6	43,6	4,5
	T	33,9	3,9	37,7	4,4	47,0	4,3	53,0	4,1
Kopsude $V_{K_{BTPS}}$ , l	P	2,65	0,32	2,98	0,35	3,39	0,42	3,87	0,48
	T	2,35	0,22	2,75	0,30	3,20	0,40	3,79	0,42
$PTM_E$ , l/s	P	2,94	0,33	3,04	0,32	3,18	0,42	3,61	0,49
	T	2,88	0,27	3,36	0,35	3,63	0,41	3,95	0,47
$PTM_I$ , l/s	P	2,83	0,23	3,25	0,35	3,63	0,42	4,14	0,44
	T	2,59	0,29	3,01	0,40	3,59	0,46	4,05	0,42
Skibinski indeks	P	30,3	11,0	49,3	18,0	56,0	18,4	74,4	29,2
	T	20,5	7,1	41,2	19,1	47,8	17,6	75,7	31,8
KIA-III, s	P	86,9	21,7	104,2	27,2	120,1	30,8	127,9	31,1
	T	76,1	24,1	92,5	29,7	106,5	30,0	134,3	36,1
$HbO_2$ pf III, s	P	44,6	10,4	38,9	8,4	47,8	12,5	48,6	12,6
	T	41,7	10,5	36,3	7,8	41,0	11,3	43,9	13,0
$HbO_2$ hf III, s	P	43,3	10,8	62,6	18,4	74,2	20,8	88,9	23,4
	T	34,7	9,9	59,2	16,4	66,2	18,4	86,6	21,1
$HbO_2$ oks III, %	P	86,3	3,7	78,1	9,3	72,2	7,4	66,3	5,5
	T	86,7	4,7	82,7	8,8	78,4	7,7	74,2	7,1

ning inspiiriumis vastavalt 46,3 ja 69,5 %. Arvestades seda, et pneumotahhomeetrilised näidud omavad olulisi korrelatiivseid seoseid noorujate antropomeetriliste ja väliste hingamise funktsionaalsete parameetritega ning ujumistagajärgedega, peame nende kasutamist noorujate põhivaliku kriteeriumidena otstarbekohaseks.

Analüüsides korduva inspiratoorse apnoe proovil (KIA) saadud hingamispeetuse kestuste dünaamikat, näeme, et noorujatel-poeglastel ja -tütarlastel on kestused lähtetase-mega (10 a.) võrreldes suurenenud vastavalt 47,3 ja 76,5 % ulatuses. Suuremad aastased juurdekasvud ilmneshid poeglastel 10 - 11 (19,9 %) ja tütarlastel 12 - 13 a. vanuses (26,1 %). Saadud apnoe kestused ületavad tunduvalt ( $p < 0,05$ ) N. Bulgakova /10/ ja A. Vorontsovi poolt /14/ perspektiivseteks noorujateks arvatute omi.

Apnoeindeksi väärtused jäid mõlemast soost 10 - 13-aastastel noorujatel suhteliselt stabiilseks, s. o. diapsooni 29,5 - 33,6. Tulenevalt meie varasematest uuringutest (1975, 1981) võime järeldada, et ka käesolevas töös uuritud noorujad sooritasid KIA suutlikkuseni ning saadud andmed iseloomustavad objektiivselt organismi, kaasa haaratud ka kortikaalsed osad, võimeid hapnikuvaegusega kohtanemisel.

Skibinski indeksi näidud suurenesid 13-aastastel poeg- ja tütarlastel, võrreldes lähtetase-mega, eriti silmapaistvalt, vastavalt 145 ja 269 % võrra. Saadud ulatuslikud positiivsed nihked noorujate kardiorespiratoorse süsteemi funktsioonides on baasiks ka edasisele ujumisalase aeroobse ja anaeroobse töövõime arendamisele.

Oksühemoglobiini püsiva faasi kestused on mõlemast soost 10 - 13-aastastel noorujatel jäänud suhteliselt vähemuutuvaks. Lähtetase-mega võrreldes on kestused pikenenud 13-aastastel poeglastel 8,9 % ja tütarlastel 5,2 % ulatuses ( $p > 0,05$ ).

Vaadeldava kolme aasta jooksul on märgatavalt suure arengu osaliseks saanud  $HbO_2$  hüpkeseemilise faasi näidud, suurenedes poeglastel 45,6 s (105,9 %) ja tütarlastel 51,9s (149,6 %) ( $p < 0,05$ ). Suurimad aastased juurdekasvud saadi 10 - 11-aastastel poeg- ja tütarlastel, vastavalt 44,7 ja 70,6 %.

Samaaegselt hüpkeseemilise faasi kestuse pikenedisega on toimunud ulatuslikud nihked ka arteriaalse vere hapni-

kuga varustamise parameetrites. Näeme, et kui 10-aastased poeglapsed katkestavad hingamispeetuse inspiiriumis arteriaalse vere oksügenatsioonil 86,3 % ja tütarlapsed 86,7% juures, siis 13-aastastel toimus see vastavalt 66,3 ja 74,2 % juures. Ühtlasi selgub, et poeglastel on tütarlastega võrreldes 11. eluaastast alates paremini arenenud võime vastu seista organismis toimunud ulatuslikele hüppoksia ja hüperkapnia nihetele.

Võrreldes N. Bulgakova /10, 11/ ja A. Vorontsovi /14/ poolt noorujujatel saadud andmetega, on meie kontingendi üleolek  $HbO_2$  hf ja  $HbO_2$  oks väärtustes ilmne. Teades, et antud näidud korreleeruvad usaldusväärselt ujumisalast vastupidavust, eriti aga anaeroobset vastupidavust nõudvate ujumistagajärgedega, peame nende rakendamist noorujujate põhivaliku kriteeriumidena õigustatuks.

Kehalise töövõime ja ujumistagajärgede andmed esitame tabelis 2. Selgub, et kehaline töövõime  $FWC_{170}$  on vaadeldava kolme aasta jooksul suurenenud poeglastel 424,4 kgm/min (62,9 %) ja tütarlastel 380,6 kgm/min (73,3 %) võrra. Kuigi 10 - 13-aastaste poeglaste absoluut- ja aastased juurdekasvud ületavad samaealiste tütarlaste omi, ei ole saadud erinevused olulised ( $p > 0,05$ ).

Hapniku maksimaalse tarbimise näidud on meie 10 - 13-aastastel noorujujatel jäänud suhteliselt konservatiivseks, olles poeglastel 47,3 - 54,5 ja tütarlastel 43,7 - 46,6 ml/min/kg piirides. Kuid poeglaste väärtused ületavad mõneti eakaaslastest tütarlaste omi. Meie poolt saadud  $\dot{V}O_2$  max andmed on lähedased I. Volkovi /13/, J. Pärnati /3, 22/, V. Schwarzi /27/ jt. poolt samaealistel noortel saaduga.

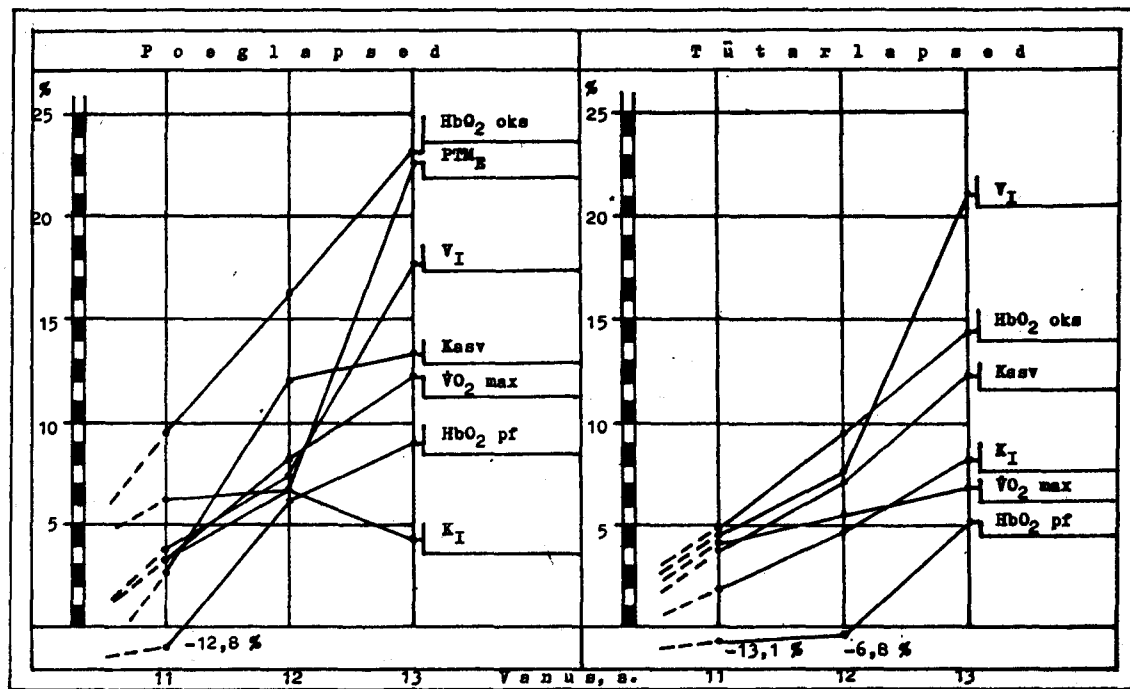
Ujumistagajärgede võrdleval analüüsil selgub, et aegade ulatuslikumad positiivsed juurdekasvud toimusid poeglastel eelkõige 200 m distantsil (29 %) ning tütarlastel 40 x, x 50 m ujumise koguajas (intervallidega 10 s) (35,9 %), 100 ja 200 m distantsil (vastavalt 28,3 ja 28,1 %). Kui 200 m distantsil on poeglaste ja tütarlaste juurdekasvud lähedased, siis ülejäänud distantsidel on tütarlaste üleolek ilmne ( $p < 0,05$ ).

Korrelatsioonanalüüsist ilmneb, et seoses vanuse ja treenituse tõusuga tugevnevad ka korrelatiivsed seosed kardiorespiratoorse ja kehalise töövõime näitude ning ujumistagajärgede vahel, seda eriti vastupidavust nõudvatel distantsidel.

Tabel 2

Kehalise töövõime ja ujumistagajärgede näidud  
10 - 13-aastastel noorujujatel

Tunnused	Sugu	10 a.		11 a.		12 a.		13 a.	
		$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
PWC <sub>170</sub> , kGm/min	P	676,6	79,5	761,4	83,1	1020,0	122,1	1102,0	136,4
	T	519,4	77,6	671,5	80,7	785,4	86,8	900,0	102,4
VO <sub>2</sub> max, ml/min/kg	P	48,5	6,7	47,3	6,7	54,5	8,9	54,4	8,6
	T	43,7	5,3	45,4	5,7	46,0	7,3	46,6	6,6
50 m ujum. aeg, s	P	45,9	6,3	40,0	4,2	37,4	2,6	35,5	2,1
	T	50,3	4,9	43,1	4,6	38,9	2,6	36,1	2,0
100 m ujum. aeg, s	P	-	-	90,6	12,2	79,7	14,1	70,1	4,5
	T	-	-	104,3	21,1	83,0	12,7	74,7	4,4
4x50 m interv. 10 s ujum. aeg, s	P	-	-	194,5	19,2	164,5	17,4	155,0	15,7
	T	-	-	234,2	22,4	189,5	18,9	150,1	9,8
200 m ujum. aeg, s	P	-	-	217,9	20,5	158,7	17,6	154,5	10,8
	T	-	-	227,8	31,5	171,3	12,1	163,7	12,9
400 m ujum. aeg, s	P	467,2	26,4	392,0	18,1	362,3	14,1	-	-
	T	489,4	21,7	443,6	18,4	332,6	13,7	-	-
800 m ujum. aeg, s	P	-	-	865,9	55,8	694,6	35,9	676,1	33,7
	T	-	-	902,4	45,9	721,7	44,8	698,5	35,2



Joonis. Antropomeetriliste ja kardiorespiratoorsete näitude juurdekasvu dünaamika 10 - 13-aastastel noorujujatel.

Tabel 3

Kardiorespiratoorse ja kehalise töövõime näitude nindamise  
kriteeriumid 12 - 13-aastaste noorujate põhivalikul

Näitajad	Sugu	Hindepallid				
		"1"	"2"	"3"	"4"	"5"
Kopsude V <sub>K</sub> <sub>STPS</sub> , l	P	2,84	2,84-3,34	3,35-3,85	3,86-4,36	4,36
	T	2,74	2,74-3,24	3,25-3,75	3,76-4,26	4,26
Vitaalindeks	P	64	64 - 74	75 - 85	86 - 96	96
	T	56	56 - 66	67 - 77	78 - 88	88
PTM <sub>R</sub> , l/s	P	2,4	2,4 - 3,0	3,1 - 3,7	3,8 - 4,4	4,4
	T	2,8	2,8 - 3,4	3,5 - 4,1	4,2 - 4,8	4,8
PTM <sub>I</sub> , l/s	P ja T	2,9	2,9 - 3,5	3,6 - 4,2	4,3 - 4,9	4,9
KIA-III, s	P	72	72 - 106	107 - 141	142 - 176	176
	T	68	68 - 102	103 - 137	138 - 172	172
KIA indeks	P ja T	39	39 - 35	34 - 30	29 - 25	25
Skibinski indeks	P	49	49 - 59	60 - 70	71 - 81	81
	T	46	46 - 56	57 - 67	68 - 78	78
HbO <sub>2</sub> pf, s	P	29	29 - 41	42 - 54	55 - 67	67
	T	23	23 - 35	36 - 48	49 - 61	61
HbO <sub>2</sub> hf, s	P	47	47 - 69	70 - 94	95 - 117	117
	T	41	41 - 63	64 - 68	89 - 111	111
HbO <sub>2</sub> oks, %	P	79	79 - 73	72 - 66	65 - 59	59
	T	83	83 - 79	78 - 74	73 - 69	69
VO <sub>2</sub> max, ml/min/kg	P	45	45 - 51	52 - 58	59 - 65	65
	T	39	39 - 43	44 - 50	51 - 57	57
PWC <sub>170</sub> , kGm/min	P	910	910 - 1010	1011 - 1111	1112 - 1212	1212
	T	692	692 - 792	793 - 893	894 - 994	994

Tulenevalt meie poolt uuritud paljude karakteristikate suhtelisest stabiilsusest 10 - 13-aastastel noorujatel (vt. joonis), nende vastavust head perspektiivi omavate samaealiste noorujate näitudega ning olulisi korrelatiivseid seoseid vastupidavust nõudvate ujumistagajärgedega, on meie poolt väljatöötatud kriteeriume otstarbekohane kasutada 12 - 13-aastaste noorujate põhivaliku etapil (tabel 3). Seejuures hindamiskriteeriumid diapsoonis "4" ja "5" iseloomustavad perspektiivsemate noorujate kontingenti. Mimetatud valikukriteeriumid on praktikasse juurutatud Tallinna ülelinnaliste VI ujumisklasside mõlemast soost noorujate põhivalikul.

#### K i r j a n d u s

1. Aul J. Eesti kooliõpilaste antropoloogia. - Tallinn: Valgus, 1982. - 139 lk.
2. Loko J. Sportliku valiku metoodika. - Tartu: TRÜ, 1979. - 67 lk.
3. Pärnat J. Kehalise töövõime näitajate standardiseerimisest. - Kehakultuur, 1974, nr. 4, lk. 118 - 120.
4. Silla R. Tervishoiu käsiraamat õpilastele. - Tallinn: Valgus, 1975. - 192 lk.
5. Silla R. Sport ja tervis. - Tallinn: Valgus, 1978. - 167 lk.
6. Viru A. Noorsportlaste valiku probleemidest. - Kehakultuur, 1975, nr. 15, lk. 475 - 476.
7. Большаков Ю.А., Беляков Н.М., Воробьев Г.Ф., Карасева Н.Г., Усакова Н.А. Медико-биологические критерии отбора перспективных пловцов. - В кн.: Проблемы отбора юных спортсменов. М., 1976, с. 77-78.
8. Бреслав И.С. Произвольное управление дыханием у человека. - Л.: Наука, 1975. - 151 с.
9. Бриль М.С. Принципы и методические основы активного отбора школьников для спортивного совершенствования: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук М., 1983.
10. Булгакова Н.И. Проблема отбора в процессе многолетней тренировки (на материале плавания): Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. М., 1977.
11. Булгакова Н.И. Отбор и подготовка юных пловцов. - М.: ФИС, 1978. - 152 с.



12. Васар Э.Ф. Спирографические исследования для установления должных показателей внешнего дыхания и физиологическая характеристика пробы апноэ: - Дис. ... д-ра мед.наук. Тарту, 1973.
13. Волков В.М., Филин В.П. Спортивный отбор.- М.: ФиС, 1983.- 176 с.
14. Воронцов А.Р. Определение спортивной одаренности в плавании на основе динамических наблюдений: Автореф. дис. канд. пед. наук. М., 1977.
15. Гандельсман А.Б., Смирнов К.М. Физиологические основы методики спортивной тренировки.- М.: ФиС, 1970. - 232 с.
16. Дембо А.Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины.- М.: ФиС, 1980. - 295 с.
17. Консультация врача при спортивном отборе и определении спортивной специализации школьников/Сост. В.В. Шарц.Таллин, 1977.- 23 с.
18. Лайдре Х.К. О методике первого отбора пловцов.-Учен.зап. Тарт. ун-та, 1980, вып. 525, с. 125-139.
19. Локо Я. Об исследовании проблем спортивного отбора в Тартуском госуниверситете.- Учен. зап. Тарт. ун-та, 1981, вып. 560, с. 78-82.
20. Михайлов В.В. Дыхание спортсмена.-М.: ФиС, 1983. -103 с.
21. Научное обеспечение подготовки пловцов / Под общей ред. Т.М. Абсалямова, Т.С. Тимаковой. М., 1983.- 191 с.
22. Пярнат Я. Физиология тренировки: Аэробная и анаэробная работоспособность. Тарту, 1976, ч. I. - 99 с.
23. Спортивная медицина / Под общей ред. А.Г. Дембо.-М.:ФиС, 1975. - 366 с.
24. Тимакова Т.С. Морфо-функциональные критерии отбора способных к плаванию детей 9-10 лет.- В кн.: Проблемы отбора юных спортсменов. М., 1976, с. 71-77.
25. Хоружева-Панова С.А. Учет генотипической обусловленности функциональных особенностей кардио-респираторной системы при спортивном отборе и прогнозировании.- В кн.: Оптимизация тренировочного процесса, прогнозирование спортивных результатов и внедрение комплекса ГТО. Кишинев, 1979, с. 145-146.
26. Напошников В.И. Индивидуализация и прогноз в спорте. - М.: ФиС, 1984. - 158 с.
27. Иварц В.П. О возможностях использования онтогенетических данных аэробной работоспособности у близнецов в физическом воспитании детей и подростков.- В кн.: Научные

ОСНОВЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК  
ДЛЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. М., 1980, с. 50-53.

## КРИТЕРИИ ОСНОВНОГО ОТБОРА КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЮНЫХ ПЛОВЦОВ

Х. Лайдре Э. Васар

### Р е з ю м е

В возрасте 10-13 лет у юных пловцов обоего пола наблюдались положительные изменения в параметрах кардио-респираторной системы, физической работоспособности и в результатах плавания, а также в устойчивости организма к снижению насыщения артериальной крови кислородом. Исследуемые параметры характеристик имеют сильные корреляционные связи с результатами плавания на дистанциях, требующих выносливости. Таким образом, выработанные нами критерии кардио-респираторной системы и физической работоспособности целесообразно использовать в практике основного отбора у 12-13-летних пловцов.

## CRITERIA OF THE CARDIO-RESPIRATORY SYSTEM AND WORKING CAPACITY FOR THE FINAL SELECTION OF YOUNG SWIMMERS

H. Laidre, E. Vasar

### S u m m a r y

Young swimmers of both sexes from 10 to 13 years of age show positive in the indices of the cardio-respiratory system, working capacity and swimming results including the body's ability to stand indicated a pronounced decrease in the oxygen level of blood. The data studied are in a strong correlative relation with swimming results requiring endurance. We find it useful to apply the studied criteria for the final selection of the young swimmers at the age of 12 - 13.

## АЛГОРИТМ АНАЛИЗА БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

А.А. Вайн, Я.Я. Эрелине

Кафедра гимнастики и биомеханики

Управление тренировочным процессом совершается посредством обратной связи, с помощью информации о состоянии организма спортсмена. Данные о функциональном состоянии нервно-мышечной системы (НМС) могут быть при этом весьма информативными /1, 2, 3, 7, 8, 9/. При регистрации данных, отражающих динамику состояния НМС в ходе тренировочного микроцикла, накапливается значительное количество чисел, анализ которых требует много времени. Поэтому целесообразно применять ЭВМ, использование которых существенно сократит время на обработку и анализ данных.

Алгоритм обработки таких данных имеет свою специфику и должен решать следующие задачи:

1. Дать оценку надежности тестирования, т.к. валидность результатов измерения зависит от условий, технологии и отношения спортсмена и тестирующего к тестированию.
2. Выполнить первичную обработку данных и вычисление интегральных критериев для оценки уровня подготовленности НМС спортсменов.
3. Изобразить результаты тестирования и анализа в виде наглядных таблиц.

Электромионометрический комплекс, разработанный в Тартуском университете /4, 1/, имеет выход для подключения ленточного перфоратора. В ходе тестирования как в случае расслабленной, так и максимально напряженной мышцы измеряется период колебания и декремент затухания колебаний три раза с интервалом в несколько секунд с целью повышения надежности тестирования.

Информация на перфоленте содержит следующие данные. Перфолента начинается порядковым номером мышцы, для которого отведено три места. В случае, если место сотых и десятых остается не заполненным, на их место перфорируются нули. За

порядковым номером мышцы следуют три пробела, затем идет трехместное целое число. За данным целым числом следуют три пробела и реальное число, которое охватывает четыре символа: целая часть, запятая и два места после запятой. Такая комбинация повторяется три раза, затем идет символ смены ряда и следует аналогичный ряд символов для напряженной мышцы. Затем - опять смена ряда. Такая комбинация повторяется  $M \times N$  раз, где  $M$  - количество мышц,  $N$  - количество испытуемых.

## 1. Исходные данные и обозначения

Для регистрации и первичной обработки параметров использовалась полуавтоматическая установка, разработанная в Тартуском государственном университете /4/. Установка регистрирует вторую и четвертую амплитуды  $A_2$  и  $A_4$  затухающего колебания, возникающего в мышце под воздействием дозированного удара по ее поверхности, а также автоматически вычисляет логарифмический декремент колебания по формуле:

$$\theta = \ln \frac{A_2}{A_4}$$

Первый параметр, который идет на цифропечать и перфоратор, есть период колебания  $T$  в миллисекундах. Вторым регистрируется декремент затухающего колебания. Полученные параметры всегда регистрируются при двух состояниях мышц - при расслаблении и при максимально произвольном напряжении. Период  $T$  или на его основе вычисленная частота затухающих колебаний являются показателями жесткости мышцы /5,3/, причем частота определяется следующим образом:

$$\nu = \frac{1000}{T} \text{ (Гц)},$$

где  $\nu$  - частота колебаний (Гц),  
 $T$  - период колебаний (мс).

Логарифмический декремент затухающих колебаний отражает демпферные свойства исследуемой мышцы.

Исходные данные представляются следующими массивами:

1. Массив: количество испытуемых  $N$  количество мышц  $M$ , дата измерения (число, месяц, год)  $IP$ ,  $IK$ ,  $IA$  (см. ниже), значение признака  $IT$ , который обозначает вариант ввода исходных данных второго массива с перфоленты или с перфокарты  $KN$ .

Значения признака IT следующие:

- 10 - мальчики,
- 20 - девочки,
- 30 - спортсмены по спортивной гимнастике,
- 40 - пловцы,
- 50 - спортсмены по художественной гимнастике,
- 60 - лыжники,
- 70 - баскетболисты,
- 80 - волейболисты,
- 90 - борцы.

II. Период колебания расслабленной мышцы:  $TL1(i,j)$ ,  $TL2(i,j)$ ,  $TL3(i,j)$ .

III. Логарифмический декремент колебания расслабленной мышцы:  
 $OL1(i,j)$ ,  $OL2(i,j)$ ,  $OL3(i,j)$ .

IV. Период колебания напряженной мышцы:  
 $TR1(i,j)$ ,  $TR2(i,j)$ ,  $TR3(i,j)$ .

V. Логарифмический декремент колебания напряженной мышцы:  
 $OR1(i,j)$ ,  $OR2(i,j)$ ,  $OR3(i,j)$ .

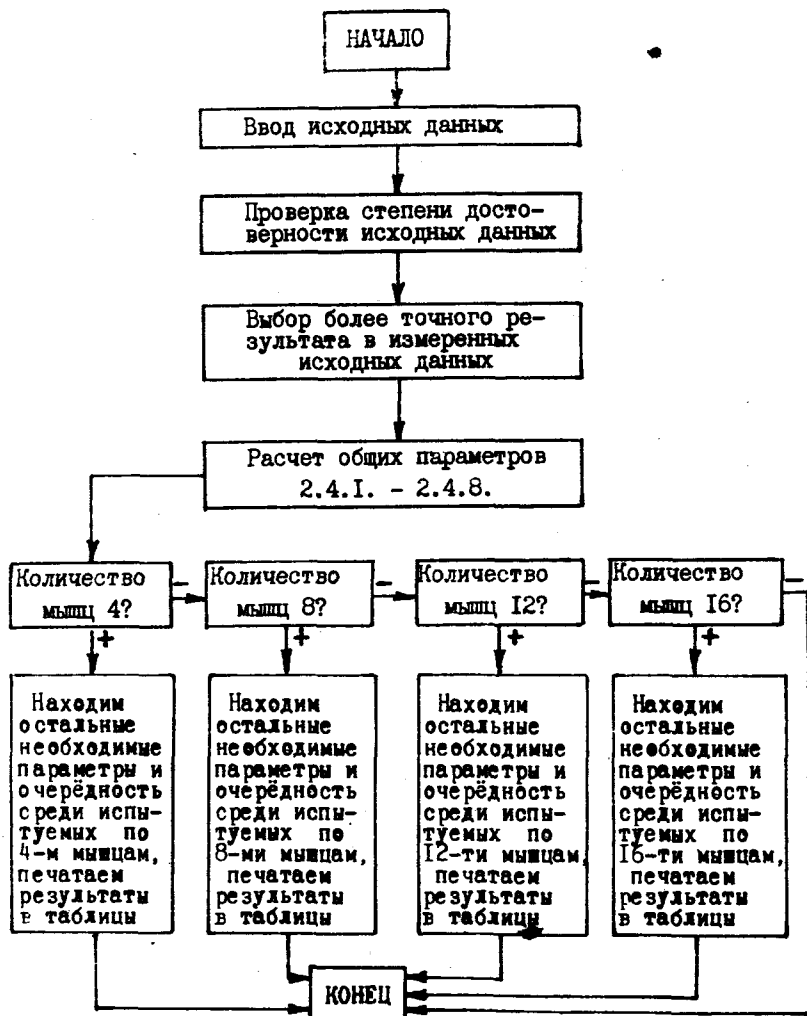
VI. Фамилии наблюдаемых лиц:  $K(i,l)$ .

Области изменения индексов следующие:  $i=1,N$ ;  $j=1,M$ ;  $l=1,4$ .

## 2. Алгоритм рабочей программы для ЭВМ

На основе периода колебания  $T$  и логарифмического декремента колебания  $\theta$  можно вычислить критерий оценки функционального состояния мышц /3/. С этой целью для вычислительной машины типа ЕС составлена рабочая программа на алгоритмическом языке FORTRAN, состоящая из 17 модулей.

## 2.1. Общая блок-схема рабочей программы



## 2.2. Оценка надежности по экспериментальным данным

Известно, что при измерениях в зависимости от того или иного фактора возникает ошибка. Для оценки надежности периода колебаний  $TL1(i,j)$ ,  $TL2(i,j)$ ,  $TL3(i,j)$ ,  $TR1(i,j)$ ,  $TR2(i,j)$ ,  $TR3(i,j)$  и логарифмического декремента колебаний

$OL1(i,j), OL2(i,j), OL3(i,j), OP1(i,j), OP2(i,j), OP3(i,j)$ , где  $i=1, N$  и  $j=1, M$  вычисляется надежность измерений. Для этого использовалась формула /5/:

$$r' = \frac{\sigma_1^2 - \sigma_2^2}{\sigma_1^2 + (\frac{N}{N_1} - 1) \cdot \sigma_2^2} \quad (I),$$

где  $r'$  - коэффициент надежности,  $N$  - использованное в тесте число попыток,  $N_1$  - число попыток, для которых проводится оценка надежности. В рассматриваемом нами случае  $N=N_1$  и формула (I) принимает вид:

$$r' = \frac{\sigma_1^2 - \sigma_2^2}{\sigma_1^2}$$

Величины  $\sigma_1^2$  и  $\sigma_2^2$  вычисляются следующим образом. Пусть у нас проведена серия исследований:

$$1) X_{11}, X_{12}, X_{13} \quad X_{1.} = \frac{X_{11} + X_{12} + X_{13}}{3}$$

$$2) X_{21}, X_{22}, X_{23} \quad X_{2.} = \frac{X_{21} + X_{22} + X_{23}}{3}$$

$$3) \dots\dots\dots \dots\dots\dots$$

$$N) X_{N1}, X_{N2}, X_{N3} \quad X_{N.} = \frac{X_{N1} + X_{N2} + X_{N3}}{3}$$

$$X_{..} = \frac{X_{1.} + X_{2.} + \dots + X_{N.}}{N}$$

Найдем суммы:

$$Q_1 = \sum_{i,j=1}^{N,3} X_{i,j}^2; \quad Q_2 = \sum_{i,j}^N X_{i,j}^2; \quad Q_3 = \sum_i X_{i..}^2$$

Известно, что  $\sum_{i,j}^N X_{i,j}^2 \geq \sum_i X_{i..}^2$ . Отсюда найдем

$$SQ1 = Q_2 - Q_3 \quad SQ2 = Q_1 - Q_2$$

$$\sigma_1^2 = SQ1/(N - 1) \quad \sigma_2^2 = SQ2/N \cdot (K - 1)$$

где  $N$  - количество индивидов,  $K$  - количество исследований.

## 2.3. Проверка и выбор начальных данных

Цифры за символами означают, что проведено три последовательных измерения состояния одной мышцы (TL1, TL2, TL3, TP1, TP2, TP3, OL1, OL2, OL3, OP1, OP2, OP3). При этом всегда осуществлялся выбор более точного результата.

Также следует проверить границы достоверности данных, что значит  $20 \leq (TL1, TL2, TL3) \leq 200$ ,

$15 \leq (TP1, TP2, TP3) \leq 140$ ,

$0,25 \leq (OL1, OL2, OL3) \leq 4,00$

$0,20 \leq (OP1, OP2, OP3) \leq 4,00$ .

Если проверка данных осуществлялась на основе трех измерений, следует выбрать более точный результат. Принцип выбора происходит следующим образом: всегда выбираем максимальный период затухающего колебания и соответствующий ему логарифмический декремент (далее называем этот термин просто декрементом) у расслабленной мышцы; у напряженной мышцы аналогично - минимальный период колебания и соответствующий ему декремент. В случае, если имеются одинаковые максимальные периоды колебания в рассматриваемых трех измерениях у расслабленной мышцы, тогда выбираем период колебаний, соответствующий меньшему декременту. Аналогично поступаем в случае напряженной мышцы для одинаковых минимальных периодов колебания. Если все измеренные периоды колебания одинаковы, выбираем при обоих состояниях мышцы периоды с меньшим декрементом. На рис. I приводится блок-схема алгоритма выбора исходных данных при расслабленной мышце. При напряженной мышце алгоритм аналогичен, разница лишь в том, что выбираем минимальный период колебания и соответствующий ему декремент.

Затем рассмотрим, что символы TL, OL, TP и OP уже обозначают точный выбор из трех измерений. В случае, если в выражениях заранее не дана область изменения индексов,  $i = 1, N, j = 1, M$ .

## 2.4. Вычисляемые параметры

### 2.4.1. Частота колебания расслабленной мышцы :

$$TL(i,j) = (1/TL(i,j)) \times 1000 \text{ Гц/}$$

### 2.4.2. Частота колебания напряженной мышцы:

$$TP(i,j) = (1/TP(i,j)) \times 1000 \text{ Гц/}$$





2.4.3. Разница частот колебаний напряженной и расслабленной мышцы:

$$\Delta T(i,j) = TP(i,j) - TL(i,j).$$

2.4.4. Разница декрементов расслабленной и напряженной мышцы:  $\Delta O(i,j) = OL(i,j) - OP(i,j)$ .

2.4.5. Обобщенный индекс жесткости мышцы:

$$IT(i,j) = \Delta T(i,j)/TL(i,j).$$

2.4.6. Обобщенный индекс декремента:

$$IO(i,j) = I + (OL(i,j) - OP(i,j)^2)/(OP(i,j) \times (I + OL(i,j))).$$

2.4.7. Средний индекс жесткости всех мышц:

$$ITK(i,j) = (\sum_{j=1}^N IT(i,j))/N, \text{ где } i = I, N.$$

2.4.8. Средний индекс декремента всех мышц:

$$IOK(i,j) = (\sum_{j=1}^N IO(i,j))/N, \text{ где } i = I, N.$$

Если исследуется 4, 8, 12 или 16 мышц, то дополнительно к параметрам, приведенным в пунктах 2.4.I. - 2.4.8., вычисляем еще отдельно следующие величины.

2.4.9. Если исследуется 4 мышцы:

1. Передняя большеберцовая мышца
2. Прямая мышца бедра
3. Икроножная мышца (медиальная головка)
4. Двуглавая мышца бедра.

2.4.9.I. Средняя частота антагонистов:

$$TA(i,j) = (\Delta T(i,j) + \Delta T(i,k))/2, \text{ где } j = 1, 2 \text{ и } k=3, 4.$$

2.4.9.2. Средняя частота синергистов:

$$TS(i) = (\Delta T(i,2) + \Delta T(i,3))/2$$

2.4.9.3. Средний индекс жесткости антагонистов:

$$ITA(i,j) = (IT(i,j) + IT(i,j + 2))/2, \text{ где } i = I, N \text{ и } j=1, 2.$$

2.4.9.4. Средний индекс декрементов антагонистов:

$$IOA(i,j) = (IO(i,j) + IO(i,j + 2))/2, \text{ где } i = I, N \text{ и } j = 1, 2.$$

2.4.I0. Если исследуется 8 мышц:

а) У баскетболистов:

- I. Передняя большеберцовая мышца

2. Прямая мышца бедра
3. Двуглавая мышца плеча
4. Локтевой разгибатель запястья
5. Лучевой сгибатель запястья
6. Икроножная мышца (медиальная головка)
7. Двуглавая мышца бедра
8. Трехглавая мышца плеча.

б) У борцов, пловцов, лыжников:

1. Передняя большеберцовая мышца
2. Прямая мышца бедра
3. Двуглавая мышца плеча
4. Большая грудная мышца
5. Широчайшая мышца спины
6. Икроножная мышца (медиальная головка)
7. Двуглавая мышца бедра
8. Трехглавая мышца плеча.

2.4.10.1. Средняя частота колебания антагонистов:

$$TA(i,j) = (\Delta T(i,j) + \Delta T(i,k))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3, 4$  и  $k = 6, 7, 8, 5$ .

2.4.10.2. Средняя частота колебания синергистов:

$$TSA(i,j) = (\Delta T(i,k) + \Delta T(i,m))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3$ ,  $k = 2, 3, 5$  и  $m = 6, 4, 8$ .

2.4.10.3. Средний индекс жесткости антагонистов:

$$ITA(i,j) = (IT(i,j) + IT(i,k))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3, 4$  и  $k = 6, 7, 8, 5$ .

2.4.10.4. Средний индекс декрементов антагонистов:

$$IOA(i,j) = (IO(i,j) + IO(i,k))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3, 4$  и  $k = 6, 7, 8, 5$ .

в) У спортсменок по художественной гимнастике

1. Передняя большеберцовая мышца
2. Прямая мышца бедра
3. Портняжная мышца
4. Мышца, натягивающая широкую фасцию
5. Икроножная мышца (медиальная головка)
6. Двуглавая мышца бедра
7. Полусухожильная мышца
8. Нежная мышца.

2.4.10.5. Средняя частота колебания антагонистов:

$$TB(i,j) = (\Delta T(i,j) + \Delta T(i,k))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3, 4$  и  $k = 5, 6, 7, 8$ .

2.4.10.6. Средняя частота колебания синергистов:

$$TSB(i,j) = (\Delta T(i,k) + \Delta T(i,m))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3$ ,  $k = 2, 6, 2$  и  $m = 3, 7, 5$ .

2.4.10.7. Средний индекс жесткости антагонистов:

$$ITB(i,j) = (IT(i,j) + IT(i,k))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3, 4$  и  $k = 5, 6, 7, 8$ .

2.4.10.8. Средний индекс декрементов антагонистов:

$$IOB(i,j) = (IO(i,j) + IO(i,k))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3, 4$  и  $k = 5, 6, 7, 8$ .

2.4.II. Если исследуется 12 мышц:

1. Передняя большеберцовая мышца
2. Прямая мышца бедра
3. Двуглавая мышца плеча
4. Большая грудная мышца
5. Широчайшая мышца спины
6. Дельтовидная мышца (передняя часть)
7. Прямая мышца живота
8. Икроножная мышца (латеральная головка)
9. Икроножная мышца (медиальная головка)
10. Двуглавая мышца бедра
11. Трехглавая мышца плеча
12. Мышца, выпрямляющая позвоночник

2.4.II.1. Средняя частота колебания антагонистов:

$$TC(i,j) = (\Delta T(i,k) + \Delta T(i,m))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 7$  и  $m = 9, 10, 11, 5, 12$ .

2.4.II.2. Средняя частота колебания синергистов:

$$TSC(i,j) = (\Delta T(i,k) + \Delta T(i,m))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3$ ,  $k = 2, 3, 5$  и  $m = 9, 4, 11$ .

2.4.II.3. Средний индекс жесткости антагонистов:

$$ITC(i,j) = (IT(i,k) + IT(i,m))/2,$$

где  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ,  $k = 1, 2, 3, 4, 7$  и  $m = 9, 10, 11, 5, 12$ .

#### 2.4.II.4. Средний индекс декрементов антагонистов:

$$IOS(i,j) = (IO(i,k) + IO(i,m))/2,$$

где  $j = I, 2, 3, 4, 5$ ,  $k = I, 2, 3, 4, 7$  и  $m = 9, IO, II, 5, I2$ .

#### 2.4.I2. Если исследуется I6 мышц:

- I. Передняя большеберцовая мышца
2. Прямая мышца бедра
3. Медиальная толстая мышца
4. Латеральная толстая мышца
5. Двуглавая мышца плеча
6. Большая грудная мышца
7. Широчайшая мышца спины
8. Дельтовидная мышца (передняя часть)
9. Прямая мышца живота
- IO. Икроножная мышца (латеральная головка)
- II. Двуглавая мышца бедра
- I2. Трехглавая мышца плеча
- I3. Дельтовидная мышца (задняя часть)
- I4. Мышца, выпрямляющая позвоночник
- I5. Мышца, натягивающая широкую фасцию
- I6. Длинная малоберцовая мышца.

#### 2.4.I2.I. Средняя частота колебания антагонистов:

$$TD(i,j) = (\Delta T(i,k) + \Delta T(i,m))/2,$$

где  $k = I, 2, 5, 6, 8, 9, I$  и  $m = IO, II, I2, 7, I3, I4, I6$ ,  $j = I, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ .

#### 2.4.I2.2. Средняя частота колебания синергистов:

$$TSD(i,j) = (\Delta T(i,k) + \Delta T(i,m))/2,$$

где  $j = I, 2, 3$ ,  $k = 2, 5, 5$  и  $m = IO, 8, 6$ .

#### 2.4.I2.3. Средний индекс жесткости антагонистов:

$$ITD(i,j) = (IT(i,k) + IT(i,m))/2,$$

где  $j = I, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ,  $k = I, 2, 5, 6, 8, 9, I$  и  $m = IO, II, I2, 7, I3, I4, I6$ .

#### 2.4.I2.4. Средний индекс декремента антагонистов:

$$IOD(i,j) = (IO(i,k) + IO(i,m))/2,$$

где  $j = I, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ ,  $k = I, 2, 5, 6, 8, 9, I$  и  $m = IO, II, I2, 7, I3, I4, I6$ .

2.4.I3. Ранжирование исследуемых спортсменов всей группы идет на основе значений параметров 2.4.7, 2.4.8., 2.4.9.4., 2.4.I0.3., 2.4.I0.4., 2.4.I0.7., 2.4.I0.8., 2.4.II.3., 2.4.II.4., 2.4.I2.3., 2.4.I2.4. всегда в порядке раздвоения значений.

2.4.I3.I. Отдельно проводится также общее ранжирование испытуемых в порядке убывающей предпочтительности значений параметров 2.4.7. и 2.4.8. Допустим, что у нас на основе параметров 2.4.7. (средний индекс жесткости всех мышц) и 2.4.8. (средний индекс декрементов всех мышц) выявлены следующие ранги:

По среднему индексу жесткости всех мышц	По среднему индексу де- крементов всех мышц	Общая по- следова- тельность	Место	Соответст- вующее ко- личество баллов
I	5	4	I	6
3	2	5	2	7
4	4	2	3	7
6	6	3	4	7
2	3	I	5	7
5	I	6	6	8

В данном примере у 6 испытуемых цифры означают порядковый номер исследуемых. Отсюда видим, что первый испытуемый получает  $I + 6 = 7$  баллов, т.к. находится на I-ом и 6-ом местах. Второй получает аналогично  $5 + 2 = 7$  баллов, третий -  $2 + 5 = 7$  баллов, четвертый -  $3 + 3 = 6$  баллов, пятый -  $6 + I = 7$  и шестой -  $4 + 4 = 8$  баллов. Если испытуемые получают равное количество баллов, то высший ранг получает тот, кто в ранжировании на основе среднего индекса декрементов всех мышц находится впереди.

2.4.I4. Для найденных параметров: 2.4.I., 2.4.2., 2.4.4., 2.4.5., 2.4.6. - 2.4.8., 2.4.9.I. - 2.4.9.4., 2.4.I0.I. - 2.4.I0.8., 2.4.II.I. - 2.4.II.4., 2.4.I2.I. - 2.4.I2.4. находим в рамках исследуемой группы

- среднюю арифметическую

$$X = (\sum_{i=1}^N X_i) / N,$$

- стандартное отклонение

$$\sigma = ((\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2) / (N - 1))^{1/2} ,$$

- ошибку средей арифметической:

$$m_x = \sigma / \sqrt{N} ,$$

- коэффициент вариации:

$$V = (\sigma / \bar{x}) \times 100 .$$

Описанные в параграфах 2.4.1., 2.4.2., 2.4.5. - 2.4.8. параметры можно записать в память и сравнить с последующими наблюдениями. Алгоритм этих процедур будет изложен в следующей статье.

## Л и т е р а т у р а

1. Вайн А.А. Связи между биомеханическими свойствами мышц и спортивными результатами у квалифицированных легкоатлетов в пятиборье. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1980, вып. 525, с. 3-14.
2. Вайн А.А. Биомеханическая теория поведения опорно-двигательного аппарата юных спортсменов при тренировочных нагрузках ударного характера. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1981, вып. 560, с. 3-20.
3. Вайн А.А. Критерий оценки жесткостных и демпферных свойств периферических мышц спортсмена. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1984, вып. 668, с. 68-76.
4. Вайн А.А., Хумал Л.А. Полуавтоматическая установка для измерения упруго-вязких свойств мышц. - Тезисы докл. Всесоюз. научно-техн. конф. "Электроника и спорт". М., 1979, ч. 5, с. 45.
5. Зацюрский В.М., Аруин А.С. Биомеханические свойства скелетных мышц (обзор: методы и результаты исследований). - Теория и практика физ. культуры, 1978, № 9, с. 21-35.
6. Зацюрский В.М. Основы спортивной метрологии. - М.: Физ., 1979, с. 150.
7. Кумс Т.Е. Биомеханические свойства мышц как один из критериев подготовленности гимнасток высших разрядов. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1984, вып. 668, с. 96-104.

8. Куузе Л.Л., Матсин Т.А. Связь между биомеханическими свойствами скелетных мышц и кислородной стоимостью мышечной работы. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1984, вып. 668, с. 105-111.
9. Пяэсуке М.А., Вайн А.А. Динамика изменения биомеханических свойств мышц у юных легкоатлетов в подготовительном периоде. - Учен. зап. Тарт. ун-та, 1984, вып. 668, с. 77-87.

THE ALGORITHM OF THE ANALYSIS OF THE BIOMECHANICAL  
QUALITIES OF SKELETAL MUSCLES

A. Vain, J. Ereline

S u m m a r y

Gathering necessary information for conducting the training process is a topical problem. One of the possible solutions is determining the characteristics expressing the functional state of the neuro-muscular system which are in correlation with sports results and the physiological parameters (1, 2, 3, 7, 8, 9) reflecting the condition of muscles.

The rapid development of modern computing and micro-processing systems opens up possibilities to work out apparatuses which could register, provisionally process and store parameters. This would enable the coach to gather data at a suitable moment on the spot while training micro- and macrocycles.

The algorithm presented in the article will enable to draw up such a programme for several kinds of sports to estimate the functional state of the neuro-muscular system.

The algorithm enables:

- 1) to estimate the authenticity of the tests, i. e. whether and how the veracity of gathered data is conditioned by several factors, including the attitude of the sportsman towards the qualifications of the person carrying out the test and testing on the whole;



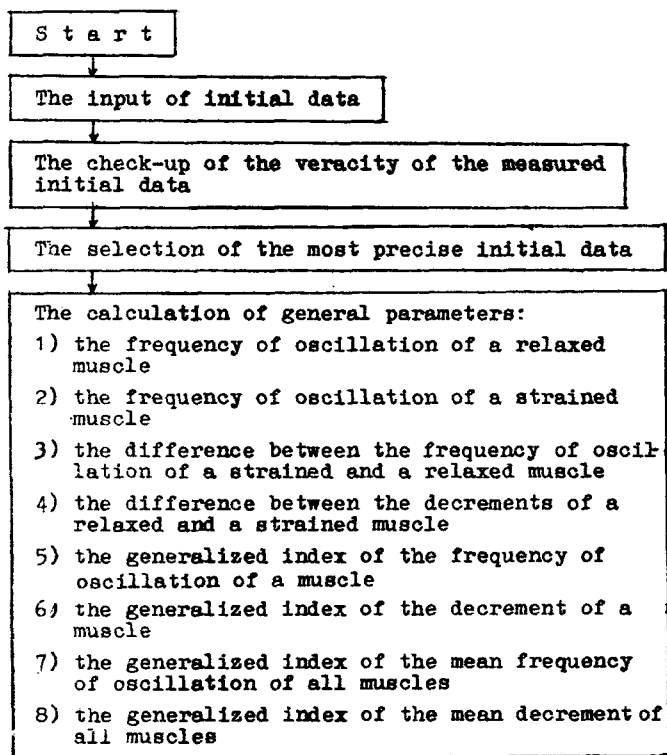
2) to carry out the provisional processing of the data and calculate integral criteria for estimating the functional state of the neuro-muscular system;

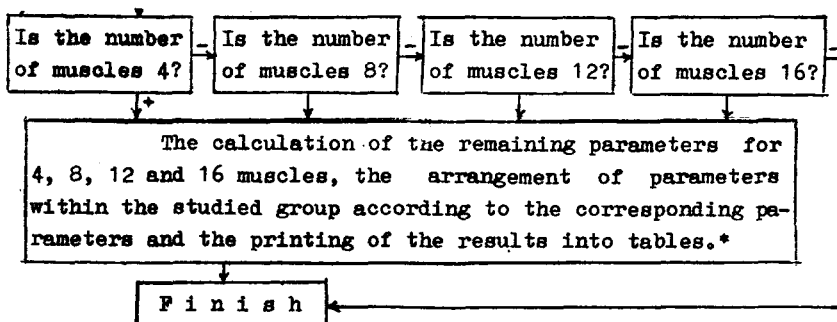
3) to carry out the distribution of the parameters and print it in the form of tables.

The initial data are: the period of oscillation  $T$  and the logarithmic decrement  $\theta$  of damping (these parameters can be registered by an apparatus designed at Tartu State University (4)); the number of persons submitted to observation; the number of muscles under observation (4, 8, 12 and 16 muscles can be tested at the same time); the number which indicates whether the input of data is done by means of punched tape or cards; the number which shows which kind of sports is under discussion.

Fig. 1

The general block-scheme of the computer programme





- \* 1) the mean frequency of oscillation of antagonists
- 2) the mean frequency of oscillation of synergists
- 3) the mean index of the frequency of oscillation of antagonists
- 4) the mean index of the decrement of antagonists

The present algorithm does not deal with storing the data in external memory and their processing.

# Содержание

<u>Я.П. Пярнат, А.А. Нурмекиви.</u> Характеристика взаимосвязей между показателями физической работоспособности и результатов бега у бегунов в возрасте 16 - 18 лет..	3
J. Pärnat, A. Nurmekivi. Character of interrelationships between indices of physical work capacity and results of distances for 16 - 18 yr. old runners.	
С у м м а р у .....	8
<u>Я.П. Пярнат, Т.А. Матсин, М.Д. Алев.</u> Оценочная шкала для оценки аэробной способности у юных лыжников-гонщиков (16 - 18 лет).....	9
J. Pärnat, T. Matsin, M. Alev. Classificational scale for evaluation a level of aerobic power in young cross-country skiers (16 - 18 yr.). С у м м а р у .....	12
<u>Т.А. Юримэе, А.А. Виру, Э.А. Виру, Я.И. Пэдасте, Т.О. Петерсон.</u> Влияние беговой тренировки разной интенсивности на физическую работоспособность у студенток и студентов.....	13
T. Jürimäe, A. Viru, E. Viru, J. Pedaste, T. Peterson. Influence of running training with different intensities on the physical working capacity in untrained male and female students. С у м м а р у .....	24
<u>Э.В. Варрик, А.А. Виру.</u> Экскреция 3-метилгистидина при мышечной деятельности.....	25
E. Varrik, A. Viru. Excretion of 3-methylhistidine in muscular activity. С у м м а р у .....	30
<u>Р.В. Ялак, А.А. Виру, А.Х. Кивисельг, А.В. Ряндур, П.К. Хакман.</u> Влияние различных физических упражнений на содержание аминокислот в крови у баскетболистов....	35
R. Jalak, A. Viru, A. Kiviselg, A. Rändur, P. Hakman. Der Einfluß verschiedener körperlicher Belastungen auf die Konzentration von Aminosäuren im Blut der Basketballspieler. Z u s a m m e n f a s s u n g .....	43
<u>Р.А. Линкберг.</u> Фазовый анализ сердечной деятельности у беременных в зависимости от срока беременности и работоспособности организма.....	44
R. Linkberg. Systolic time intervals in pregnancy in relation to the period of pregnancy and working capacity of the organism. С у м м а р у .....	62
<u>Э.А. Виру.</u> К вопросу об аускультаторном феномене бесконечного тона.....	63

E. Viru. About auscultatory phenomenon of zero-tone. S u m m a r y .....	67
<u>Н.И. Махова, В.Н. Кузнецова, Д.В. Кучеренко, И.В. Шуба- рев</u> Динамика электрофизиологических параметров функ- ционального состояния и рабочих характеристик чело- века-оператора в процессе длительной работы.....	68
<u>N. I. Mahova, V. N. Kuznetsova, G. V. Kucherenko, I. V. Shu- berek.</u> Dynamics of the electrophysiological param- eters of the human operator's functional state and performance characteristics in the process of a con- tinuous activity. S u m m a r y .....	78
<u>Т.Е. Кумс.</u> Динамика биомеханических свойств мышц высоко- квалифицированных гимнасток в тренировочном цикле...	79
<u>T. Kums.</u> Dynamik der biomechanischen Eigenschaften der Muskeln der Turnerinnen höherer Leistungsklassen im Trainingszyklus. Z u s a m m e n f a s s u n g .....	89
<u>С.М. Оя, Т.Х. Сиккут.</u> Применение методов психорегуляции для ускорения восстановления работоспособности спор- тсменов при повторной работе.....	90
<u>S. Oja, T. Sikkut.</u> Die Anwendung der Methoden der Psycho- regulation zur Beschleunigung der Regeneration der Arbeitskraft der Sportler bei der Wiederholungsar- beit. Z u s a m m e n f a s s u n g .....	95
<u>S. Oja.</u> Erinevate spordialadega tegelevate üliõpilas- sportlaste isiksuseomaduste iseärasusi .....	96
<u>С.М. Оя.</u> Особенности личностных качеств студентов-спортс- менов разной спортивной специализации. Р е з ю м е.	103
<u>S. Oja.</u> On the personality qualities of students-sports- men of different kinds of sport. S u m m a r y ....	104
<u>S. Oja, K. Keeman, H. Valgmaa.</u> Grupilise psühhoregulat- siooni rakendus võimlejate töövõime tõstmiseks.....	105
<u>С.М. Оя, К.Э. Кээман, Х.В. Валгмаа.</u> Использование груп- овой психорегуляции у гимнасток для улучшения рабо- тоспособности. Р е з ю м е.....	108
<u>S. Oja, K. Keeman, H. Valgmaa.</u> Use of psychoregulation to increase the work capacity of gymnasts. S u m- m a r y .....	109
<u>H. Laidre, E. Vasar.</u> Kardiorespiratoorse süsteemi ja ke- halise töövõime kriteeriumid noorujate põlvkonnas.....	110
<u>Х. Лайдре, Э. Васар.</u> Критерии основного отбора кардио- респираторной системы и физической работоспособнос- ти юных пловцов. Р е з ю м е.....	121

H. Laidre, E. Vasar. Criteria of the cardio-respiratory system and working capacity for the final selection of young swimmers. S u m m a r y .....	121
<u>A.A. Вайн, Я.Я. ЭреLINE.</u> Алгоритм анализа биомеханических свойств скелетных мышц.....	122
A. Vain, J. Ereline. The algorythm of the analysis of the biomechanical qualities of sceletal muscles. S u m - m a r y .....	135